



João Pedro Falé Piteira

Licenciado em Bioquímica

Otimização do processo de secagem na empresa Riberalves SA

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologias de Produção e Transformação Agro-Industrial

Orientadora: Doutora Maria Fernanda Guedes Pessoa, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Co-orientadora: Eng^a. Vera Lúcia Henriques Xavier, responsável pela Secção de
Secagem, Classificação e Embalamento de Bacalhau Salgado Seco,
Riberalves SA

Júri:

Presidente: Doutor Fernando José Cebola Lidon

Arguente: Doutora Helena Maria Gomes
Lourenço

Vogal: Engenheira Vera Lúcia Henriques
Xavier



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2017

[Otimização do processo de secagem na empresa Riberalves SA]

Copyright © [João Pedro Falé Piteira], Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Primeiro lugar gostaria de agradecer à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, por toda a formação curricular e extracurricular que me proporcionou ao longo dos 5 anos que fui aluno desta casa.

Agradecer também à Professora Doutora Fernanda Pessoa por ter aceite a orientação desta dissertação.

Tenho a agradecer à Riberalves, S.A., na pessoa do Engenheiro Ricardo Alves, por disponibilizar todos os meios, quer a nível de instalações e infraestruturas, quer a nível de produto para os testes.

A toda a equipa de responsáveis de secção, em especial à Engenheira Vera Xavier e ao Rodolfo Lourenço por todo o conhecimento, apoio, ajuda e disponibilidade. Assim como toda a variedade de funções/trabalhos na fábrica que me auxiliaram a compreender um pouco como funciona o mundo industrial, e qual a postura a ter em diferentes situações.

A todos os colaboradores da Nave 1 e 2 em especial à equipa do embalamento seco e à equipa da linha 5 do corte que animavam sempre os dias mais difíceis na fábrica.

À minha namorada, Maria Melo, por aturar todas as faltas de paciência, ausências e dificuldades, sem nunca desistir de mim e sempre com uma palavra, um beijo ou um abraço para acalmar tudo e ainda por ter corrigido esta dissertação dezenas de vezes. Amo-te

Aos meus amigos Emanuel Moreira, Pedro Carvalho, João Matos, Íris Fidalgo, Joana Camões, Mafalda Alemão e Joana Freitas porque são vocês que levo comigo para o resto da vida e sempre estiveram lá para mim mesmo quando eu me ausentava.

Ao Rodrigo Nobre pelo com o trabalho gráfico e pelas suas capacidades de Photoshop.

Ao Corpo Nacional de Escutas, em especial ao Agrupamento 655 – Redondo e ao Departamento Regional da 4ª Secção por terem sido locais de aprendizagem, amizade e alegria e por todo o apoio dado ao longo dos anos.

À anTUNiA por ser uma verdadeira “escola da vida”, por me ajudar a crescer enquanto pessoa e estudante desta faculdade, por me ensinar a trabalhar sobre pressão e a superar todos os obstáculos postos.

À AEFCT por me ajudar a conseguir gerir melhor todo o meu tempo e ainda assim guardar parte para trabalhar pelos alunos desta faculdade.

Aos meus irmãos Luís e Carminho por me ocuparem todo o tempo dos fins-de-semana, juntamente com os novos membros da casa a Nini (rafeira) e o Gugu (labrador).

Ao meu pai que apesar de ausente teve sempre uma palavra amiga para dar.

Por último dedico esta tese à minha mãe, pois grande parte do que sou hoje deve-se a ti e a todo o trabalho que tiveste para me manter na universidade e a força que fizeste

para tirar um curso superior. Obrigado por continuares a acreditar em mim e por aturares as minhas ausências em casa.

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido nas instalações da unidade industrial da Moita da Riberalves – Comércio e Indústria de Bacalhau, S.A., na seção de produção e embalagem de bacalhau salgado seco, entre 9 de Janeiro e 27 de Julho de 2017, com vista a otimizar o processo de secagem, de forma a colmatar as necessidades energéticas da empresa. Para tal foram efetuados diversos ensaios para avaliar a eficiência da secagem ao longo das 90 posições do secador e dos 21 tabuleiros dos carros de secagem.

Para complementar este trabalho realizou-se ainda um estudo adicional, de modo a avaliar as diferenças, a nível de conteúdo mineral do produto, entre o bacalhau salgado semi-seco, bacalhau demolhado nas instalações da Riberalves e o bacalhau demolhado no laboratório (semelhante à demolha realizada em casa dos consumidores).

Tendo em conta a aleatoriedade de resultados obtidos pressupõe-se que a secagem efetuada nestas instalações é tendencialmente uniforme. Tem-se ainda que as quebras de produto neste processo variam entre 5-10 % no caso do produto semi-seco que segue para demolha e ultracongelação e entre 15-20 % no caso do produto que segue para o embalamento seco.

Relativamente ao estudo complementar verificou-se, como esperado, que a demolha industrial é mais eficaz que a tradicional, tendo obtido concentrações mais elevadas em macro e micronutrientes como P, Ca, K, Zn e Mo e mais baixas no que toca ao cloro (Cl) devido aos iões cloreto terem sido removidos no processo de demolha.

Palavras-chave: Bacalhau; Salga; Demolha; Indústria Alimentar; Pescado; Secagem.

Abstract

The present work was carried out in the production and packaging section of dried salted cod, between the 9th of January and the 27th of July of 2017, in order to optimize the drying process in the industrial unit of Moita of Riberalves - Comércio e Indústria de Bacalhau, SA in order to meet the company's energy needs. For this purpose, several tests were carried out to evaluate the efficiency of the drying process through the 90 positions of the dryer and the 21 trays of the drying carriages.

To complement this work, a complementary study was carried out with the intent of evaluating the differences in the mineral content of the product between half-dried salted cod, dessalted cod at the Riberalves facilities and cod dessalted in the laboratory (similar to the consumers do at their own houses).

Taking into account their randomness, the results show that the drying process done in these facilities tends to be uniform. Further more, the product breaks in this process range from 5-10% in the case of the half-dried product, which follows for desalting and deep-freezing, between 15-20% in the case of the dried product that then follows for dry packaging.

Regarding the complementary study, it was verified, as expected, that the industrial desalting process is more efficient than the traditional one, having obtained with higher concentrations of macro and micronutrients such as P, Ca, K, Zn and Mo and lower chlorine (Cl) because the chloride ions have been removed in the soaking process.

Key-words: Cod; Desalting; Drying; Fish; Food Industry; Salting.

Índice Geral

Índice de Figuras	x
Índice de Tabelas	xii
Abreviaturas	xiv
Introdução	1
Objetivos	1
Bacalhau	1
Classificação	2
Espécie.....	2
Estado de secagem.....	3
Tamanhos	3
Distribuição Oceanográfica.....	4
História	4
1 – Revisão Bibliográfica.....	7
1.1– Salga e Maturação	7
1.2 – Lavagem	8
1.3 – Secagem.....	8
1.4 – Demolha.....	11
1.5 – Estatísticas	12
1.6 – Diferenças entre espécies.....	14
1.6.1 – <i>Gadus morhua</i> vs <i>Gadus macrocephalus</i>	14
1.6.2 – <i>Gadus morhua</i> vs <i>Pollachius virens</i>	14
2 – Riberalves SA.....	17
2.1 – A Empresa.....	17
2.2 – Processamento Riberalves	18
2.2.1 - Receção.....	21
2.2.2 – Escala e processos adjacentes	22
2.2.4 – Secagem.....	26
3 – Materiais e Métodos	28
3.1 – Otimização da Secagem	28
3.1.1 – Materiais	28
3.1.2 – Métodos	28

3.2 – Estudo Complementar	30
3.2.1– Materiais	30
3.2.1.1 – XRF	30
3.2.1.2 – Humidade e Cinza	30
3.2.2 – Métodos	31
3.2.2.1 –Fluorescência de Raios X (XRF)	31
3.2.2.2 – Humidade e Cinza	31
4 – Resultados e Discussão	34
4.1 – Secagem.....	34
4.1.1 – Verificação da uniformidade da secagem e volume de quebras de produto	34
4.1.2 – Otimização da secagem através do processo de lavagem	34
4.2 – Estudo Complementar	36
5 – Conclusões e Perspetivas Futuras	38
5.1 – Conclusões.....	38
5.2 – Perspetivas futuras.....	38
6 – Referências Bibliográficas	40
7 – Anexos.....	44
Anexo I	44
Anexo II	46
Anexo III.....	48

Índice de Figuras

Figura 1 – Bacalhau (<i>Gadus morhua</i>) (fonte: http://www.constantinealexander.net/science/page/16/).....	1
Figura 2 – Caracterização da espécie <i>Gadus morhua</i> (Oliveira et al., 2016)	2
Figura 3 – Distribuição oceanográfica do Bacalhau 1(Cabo Hatteras), 2(Baía de Hudson), 3(Gronelândia), 4(Islândia), 5(Mar das Hébridias), 6(Mar do Norte), 7(Mar da Noruega), 8(Oceano Báltico) e 9(Oceano Ártico), 10(Baía da Biscaia) e 11(Mar de Barents) (FAO, 2013).....	4
Figura 4 – Expedições Vikings e a pesca (fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbvRo24wUr2zEPEgdmllm9AX7bplh2YmyvaPdJMVOE47vPNm)	5
Figura 5 – Salga do bacalhau (fonte: http://fotos.sapo.pt/fatimapaismoura/fotos/?uid=hUyHzl6e3jHp3JFvj0iy#grande)	7
Figura 6 – Secagem tradicional (fonte: http://www.prof2000.pt/users/Avcultur/JPSimoes/Imagens/Epa02.jpg)	9
Figura 7 – Secagem industrial (fonte: http://0.fotos.web.sapo.io/i/B9b04bf15/19226434_Ul1mF.jpeg)	10
Figura 8 – Critério para o final do processo de secagem(Brás & Costa, 2010).....	10
Figura 9 - Demolha industrial de bacalhau (fonte: http://fotos.sapo.pt/fatimapaismoura/fotos/?uid=4msvypDRQBA72jo319K#grande)	11
Figura 10 – Quantidades produzidas pela indústria transformadora de pescado (em milhares de toneladas), comparação entre os anos 2013 e 2014 (INE, 2015).	12
Figura 11 – Quantidades produzidas pela indústria transformadora de pescado (em percentagem), no ano de 2014 (INE, 2015).	13
Figura 12 – <i>Anisakis simplex</i> , escala em cm (fonte: http://fishparasite.fs.a.u-tokyo.ac.jp/Anisakis%20simplex/Anisakis-simplex-eng.html)	14
Figura 13 – <i>Gadus morhua</i> (fonte: própria)	14
Figura 14 – <i>Gadus macrocephalus</i> (fonte: própria)	15
Figura 15 – <i>Pollachius virens</i> (fonte: própria)	15
Figura 16 – Logotipo Riberalves comemorativo 30 anos (fonte: http://riberalves.pt/) ..	17
Figura 17 – Mercado Riberalves em 2014(Riberalves SA, 2015)	17
Figura 18 – Fluxograma de produção de bacalhau e afins salgado verde (adaptado de Santos, 2017)	18
Figura 19 – Fluxograma de produção de bacalhau e afins salgado seco e semi-seco (adaptado de Santos, 2017).....	19
Figura 20 – Fluxograma de produção de bacalhau e afins demolhado e ultracongelado (adaptado de Santos, 2017).....	20
Figura 21 - Bacalhau fresco (fonte: https://3.bp.blogspot.com/-OKKfSz15r2Q/UIPStWlglIL/AAAAAAAAABUc/3aIKZkSH7W4/s1600/FA8F06DA-A56C-4526-B969C1DD3C8D0A72B.JPG)	21
Figura 22 - Bacalhau congelado (fonte: https://sc02.alicdn.com/kf/UTB8Ja8tXn_IXKJkSalUq6yBzVXaq/Frozen-Atlantic-Cod-Pacific-Cod-Fillets-cod.jpg).....	21
Figura 23 – Bacalhau salgado verde (fonte: própria).....	21
Figura 24 – Processo de Escala, 1 (fonte: própria)	22
Figura 25 – Processo de escala, 2 (fonte: própria)	22
Figura 26 – Processo de escala,3 (fonte: própria)	23
Figura 27 – Processo de escala, 4 (fonte: própria)	23

Figura 28 – Processo de lavagem pré-salga (fonte: própria)	23
Figura 29 – Processo de salga, 1 (fonte: própria).....	24
Figura 30 – Processo de salga, 2 (fonte: própria).....	25
Figura 31 – Processo de salga, 3 (fonte: própria).....	25
Figura 32 – Processo de salga, 4 (fonte: própria).....	25
Figura 33 – Carros com capacidade de 21 tabuleiros (fonte: própria)	26
Figura 34 – Túnel de secagem com capacidade para 90 carros (fonte: própria)	27
Figura 35 – Bacalhau salgado seco paletizado (fonte: própria)	27
Figura 36 – Esquema interno do secador.....	28
Figura 37 – Método de lavagem com rampa e imersão (fonte: própria)	29
Figura 38 – Método de lavagem com grelha e aspersores (fonte: própria).....	29

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Classificação por tamanho (Ministério da Agricultura Pescas e Florestas, 2005)	3
Tabela 3 - Ensaio de verificação do efeito da lavagem na secagem, 1	35
Tabela 4 – Ensaio de verificação do efeito da lavagem na secagem, 2	35
Tabela 5 - Ensaio de verificação do efeito da lavagem na secagem, 3	36
Tabela 6 - Dados referentes aos testes de humidade e cinzas; SS – semi-seco; DI- demolha industrial (Empresa Riberalves); DT – demolha tradicional (laboratório)	36
Tabela 7 - Quantidade de nutrientes em ppm (azul mais escuro - macronutrientes; azul intermédio - micronutrientes; azul mais claro - contaminantes); MAC – Gadus macrocephalus; MOR – Gadus morhua (Bacalhau do Atlântico); SAI – Polachius virens (Escamudo ou Saithe); SS – semi-seco; DI- demolha industrial (Empresa Riberalves); DT – demolha tradicional (laboratório); < - abaixo do limite de exclusão.....	37
Tabela 8 - Ensaio de verificação de secagem dentro do carro, 1	44
Tabela 9 - Ensaio de verificação de secagem dentro do carro, 2.....	44
Tabela 10 - Quantidade de água removida (%), fila 1 (azul-bacalhau e verde-espécies afins).....	46
Tabela 11 - Quantidade de água removida (%), fila 2 (azul-bacalhau e verde-espécies afins).....	46
Tabela 12 - Quantidade de água removida (%), fila 3 (azul-bacalhau e verde-espécies afins).....	47
Tabela 13 - Verificação de ressecagem no carro	48
Tabela 14 - Verificação de ressecagem em palete	49

Abreviaturas

a_w – atividade da água

DI – Demolha Industrial

DT – Demolha Tradicional

HR – humidade relativa

MAC – *Gadus macrocephalus* (Bacalhau do Pacífico)

MOR – *Gadus morhua* (Bacalhau do Atlântico)

n.d. – não detetado

SAI – *Pollachius virens* (Saithe ou Escamudo)

SS – Semi-seco

vs – do inglês *versus*, significa contra

XRF – do inglês *X Ray Fluorescence*, significa fluorescência de raios x

Introdução

Objetivos

O bacalhau salgado seco é provavelmente o produto mais português que temos, sendo que tem um grande peso na alimentação da maioria dos portugueses.

Este trabalho foi desenvolvido na indústria de bacalhau, Riberalves – Comércio e Indústria de Bacalhau, S.A., na seção de produção e embalagem de bacalhau salgado seco, entre 9 de Janeiro e 27 de Julho de 2017.

De forma a colmatar algumas das necessidades da empresa, pensou-se em otimizar o processo da secagem de forma a reduzir os encargos energéticos desta operação unitária e/ou reduzir a quantidade de quebras de produto.

Para assegurar a realização destes objetivos, delinearam-se os seguintes pontos intermédios:

- Avaliação os processos adjacentes à secagem;
- Análise da implicação dos vários fatores no processo de secagem;
- Verificação da eficácia do sistema de secagem;
- Verificar a existência de diferenças nutricionais entre os diferentes processos de demolha: demolha industrial vs demolha tradicional;
- Apresentação de melhorias para evitar quebras e custos associados ao processo.

Bacalhau

O bacalhau (*Gadus morhua*) é um peixe redondo, de corpo alongado, com a metade traseira fusiforme (Figura 1), possuindo uma cobertura de pequenas escamas ao longo do mesmo, excetuando a zona da cabeça. Esta, por sua vez, tem dimensões consideravelmente grandes, possui lábios carnudos e o maxilar superior mais saliente que o inferior (Dias, 2013).



Figura 1 – Bacalhau (*Gadus morhua*)
(fonte: <http://www.constantinealexander.net/science/page/16/>)

Este peixe pode atingir cerca de 2 m de comprimento no caso do macho e 1,5 m no caso da fêmea, sendo que o seu peso médio é de 5 a 12 kg. Pode viver até 25 anos, sendo a maturidade sexual iniciada entre os 2 e os 4 anos de idade (O'Brien, Burnett, & Mayo, 1993; ONOLE, n.d.).

O bacalhau salgado seco é um produto tradicional bastante apreciado, devido às suas excelentes capacidades de estabilidade durante o armazenamento, propriedades sensoriais (textura, aroma, sabor e aspeto) e valor nutricional (elevado teor proteico) (Andrés, Rodríguez-Barona, Barat, & Fito, 2005; Heredia, Andrés, Betoret, & Fito, 2007; Aas, Skjerdal, Stoknes, & Bjørkevoll, 2010; Santacatalina, Guerrero, Garcia-Perez, Mulet, & Cárcel, 2016).

Existem várias espécies comercializadas nesta forma (salgado e seco) tais como *Gadus morhua* (Bacalhau do Atlântico), *Gadus macrocephalus* (Bacalhau do Pacífico), *Theragra chalcogramma* (Paloco do Pacífico ou Escamudo do Alasca), *Pollachius virens* (Escamudo ou Saithe), *Gadus ogac* (Bacalhau do Ártico) entre outros (Northern Fish, n.d.; Brás & Costa, 2010; Oliveira, Nunes, Vaz-pires, & Costa, 2016). Na Riberalves apenas são produzidas as primeiras quatro acima referidas.

Todas estas pertencem à classe *Actinopterygii*, à subclasse *Gadiformes* e à família *Gadidae*, são caracterizadas por possuírem 3 barbatanas dorsais, sendo a primeira localizada atrás da cabeça, 2 barbatanas anais, as barbatanas pélvicas localizadas antes dos peitorais e todas as anteriores sem espinhos (Figura 2) (Northern Fish, n.d.; Brás & Costa, 2010; Oliveira et al., 2016).

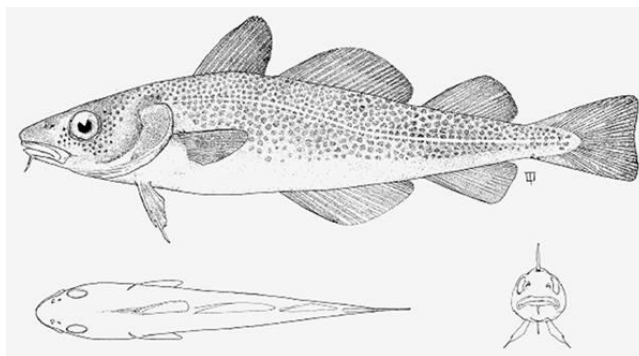


Figura 2 - Caracterização da espécie *Gadus morhua*
(Oliveira et al., 2016)

Classificação

Espécie

Bacalhau – Peixe pertencente às espécies *Gadus morhua* (Bacalhau do Atlântico), *Gadus ogac* (Bacalhau da Gronelândia) e *Gadus macrocephalus* (Bacalhau do Pacífico)

Espécies Afins – Peixe pertencente às espécies *Melanogrammus aeglefinus* (Arinca ou alecrim) *Pollachius virens* (Escamudo ou Saithe), *Molva molva* (Lingue), *Theragra chalcogramma* (Paloco do Pacífico ou Escamudo do Alasca) e *Brosme brosme* (Zarbo ou Bolota) entre outras (Ministério da Agricultura Pesca e Florestas, 2005).

Estado de secagem

Bacalhau salgado verde e espécies afins salgadas verdes – o produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado ou filetado e que, após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio; e um teor de humidade superior a 51% e inferior ou igual a 58% (Ministério da Agricultura Pescas e Florestas, 2005);

Bacalhau salgado semi-seco e espécies afins salgadas semi-secas – o produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado e que, após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio e após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de humidade superior a 47% e inferior ou igual a 51% (Ministério da Agricultura Pescas e Florestas, 2005);

Bacalhau salgado seco e espécies afins salgadas secas – o produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado e que, após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio e após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de humidade inferior ou igual a 47% (Ministério da Agricultura Pescas e Florestas, 2005);

Bacalhau salgado seco de cura amarela – o produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado e que, após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 12% e inferior a 16%, expresso em cloreto de sódio, após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de humidade igual ou inferior a 45% e apresenta uma coloração amarelada característica (Ministério da Agricultura Pescas e Florestas, 2005).

Tamanhos

No meio comercial o bacalhau é valorizado pelo sua categoria e calibre. Existem diferentes calibres no mercado, para o bacalhau e para as suas espécies afins (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação por tamanho (Ministério da Agricultura Pescas e Florestas, 2005)

Bacalhau			Espécies Afins		
Classe	Categoria	Peso	Classe	Categoria	Peso
Jumbo*	1ª	> 5 kg	Grande	1ª	> 2kg
Especial	1ª	> 3 kg	Médio	1ª	1 - 2 kg
Graúdo	1ª	2 - 3 kg	Pequeno	1ª	0,5 - 1 kg
Crescido	1ª	1 - 2 kg	Sortido	1ª	< 0,5 kg
Corrente	1ª	0,5 - 1 kg		2ª	=
Miúdo	1ª	< 0,5 kg			
Sortido	2ª	=			

Distribuição Oceanográfica

No Oceano Atlântico Ocidental, o bacalhau (*Gadus morhua*) pode ser encontrado a norte do Cabo Hatteras (Carolina do Norte), na Baía de Hudson e ao largo de ambas as costas da Gronelândia. No Oceano Atlântico Oriental, pode ser encontrado desde a norte da Baía da Biscaia até ao Oceano Ártico, incluindo o Mar Báltico, o Mar da Noruega, o Mar do Norte, o Mar das Hébridas, áreas em redor da Islândia e o Mar de Barents (Figura 3) (FAO, 2013).

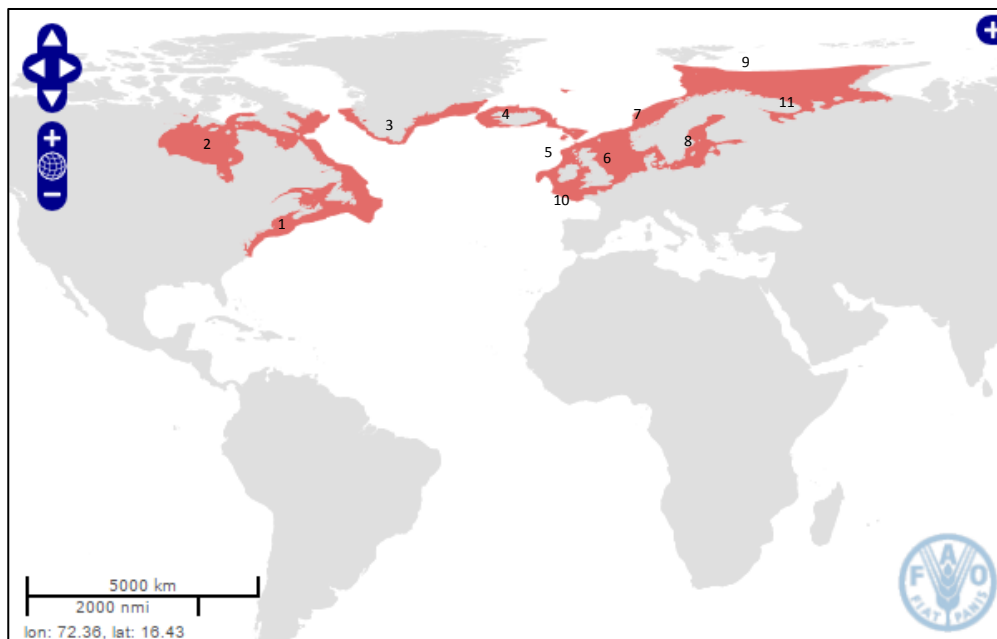


Figura 3 - Distribuição oceanográfica do Bacalhau 1(Cabo Hatteras), 2(Baía de Hudson), 3(Gronelândia), 4(Islândia), 5(Mar das Hébridas), 6(Mar do Norte), 7(Mar da Noruega), 8(Oceano Báltico) e 9(Oceano Ártico), 10(Baía da Biscaia) e 11(Mar de Barents) (FAO, 2013)

O bacalhau é um peixe omnívoro, tendo ao longo da sua vida diferentes tipos de alimentação. No início, durante os estados larvares e pós-larvares alimenta-se exclusivamente de plâncton. Durante a fase juvenil (até atingir 25 cm de comprimento) a sua alimentação baseia-se em pequenos crustáceos (cerca de 90%) e até passar de juvenil a adulto, os pequenos crustáceos são progressivamente substituídos por decápodes de maiores dimensões (como caranguejos, camarões e gambas). Ao alcançar este estágio da sua evolução, a sua alimentação passa a ser maioritariamente baseada em peixes de tamanhos inferiores a eles, podendo ocasionalmente consumir algum tipo de algas marinhas (FAO, 2013).

História

A salga e a secagem têm sido usadas como métodos de preservação em conjunto, desde há muitos séculos. O bacalhau (*Gadus morhua*) é capturado e sujeito a estes processos, provavelmente desde o séc. X, nesta altura eram os vikings os pioneiros deste processo e devido às suas expedições (Figura 4). Estas técnicas terão disseminadas por vários países (Península Ibérica, Península Escandinava, Reino Unido e Rússia) ao longo do tempo (Moutinho, 1985; Rodrigues, Ho, López-Caballero, Vaz-Pires, & Nunes, 2003).

Existem registos de peixe salgado e seco por portugueses no séc. XIV, mas só no séc. XV se adotaram os presentes métodos de processamento ao bacalhau, sendo este proveniente das águas geladas do Atlântico Norte, Gronelândia e Canadá (Oliveira et al., 2016).

No séc. XV, o objetivo das operações unitárias da salga e secagem do bacalhau era aumentar a sua durabilidade ou o chamado tempo de prateleira, que podia ir de alguns meses até anos, sem qualquer tipo de embalamento especializado, armazenando-o num local escuro, fresco e seco, de forma a evitar a proliferação microbiológica. Atualmente (séc. XXI), o objetivo das mesmas operações está relacionado com a promoção de propriedades sensoriais como o aroma, cor, textura e paladar do bacalhau, propriedades estas que mesmo após a demolha e cozedura se mantêm intactas (Oliveira et al., 2016).



Figura 4 - Expedições Vikings e a pesca

(fonte: [https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbvRo24wUr2zEPEgdmIIm9AX7bplh2YmyvaPdJMVOE47vPNym)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbvRo24wUr2zEPEgdmIIm9AX7bplh2YmyvaPdJMVOE47vPNym](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbvRo24wUr2zEPEgdmIIm9AX7bplh2YmyvaPdJMVOE47vPNym))

Já no séc. XX a Islândia reaparece como uma potência de pesca e entra nas “Guerras do Bacalhau”, trazendo para o mercado o bacalhau de melhor qualidade e de preço mais elevado. Nas últimas décadas os stocks marítimos de bacalhau têm vindo a reduzir bastante devido às capturas intensivas ao largo da costa europeia e norte-americana, o que provocou uma necessidade de restringir as capturas nestas zonas estabelecendo cotas de pesca. (Desconhecido, 2017)

1 – Revisão Bibliográfica

1.1– Salga e Maturação

A salga é um dos métodos de preservação de alimentos, nomeadamente de peixe, mais antigos na história da humanidade. Provoca a perda de água e absorção de sal, pela fibra muscular, afetando desta forma a conformação das proteínas musculares, provocando alterações na capacidade de retenção de água e subsequente desnaturação da proteína (Martínez-Alvarez & Gómez-Guillén, 2006).

A maturação com sal inibe muitas das reações de deterioração do peixe, mas, ainda que em menor quantidade, a degradação das proteínas e a oxidação dos lípidos ocorrem e alguns microrganismos são capazes de sobreviver e desenvolver-se em produtos salinizados (microrganismos halófilos). A degradação e agregação de proteínas leva a uma menor capacidade de ligação da água à fibra muscular do peixe, o que não só leva à perda de peso dos peixes maturados com sal, mas também a um menor ganho de peso durante a reidratação, bem como a uma menor qualidade sensorial dos peixes. A oxidação lipídica representa o principal problema de deterioração do bacalhau salgado, que mesmo sendo um peixe magro contém aproximadamente 0,3-0,5% de lípidos no músculo (Aas et al., 2010).

A salga também influencia a atividade enzimática responsável pela degradação de componentes estruturais no músculo bacalhau, aumentando durante os primeiros dias de salga, com aumento da concentração de sal até 17% NaCl, no entanto, segundo Thorarinsdottir et al. (2011), citando outros, se aumentarmos a concentração, a atividade enzimática reduz para níveis semelhantes ou inferiores ao do músculo em bruto (Thorarinsdottir, Arason, Sigurgisladottir, Gunnlaugsson, Johannsdottir & Tornberg, 2011).

O rendimento do bacalhau salgado depende da capacidade de retenção de água do músculo. A retenção de água é afetada pelos processos de salga aplicados, variando este entre produtores (Figura 5). Todos os procedimentos de salga resultam na saturação de sal da fase líquida dos produtos na fase salgada. As proteínas são fortemente agregadas na presença de elevadas concentrações de sal, o que leva à perda da capacidade de retenção de água do músculo. No entanto, o grau de agregação de proteínas e perda de água pode ser influenciado pelo procedimento de salga



Figura 5 - Salga do bacalhau

(fonte: <http://fotos.sapo.pt/fatimapaismoura/fotos/?uid=hUyHzl6e3jHp3JFvj0iy#grande>)

(Thorarinsdottir et al., 2011).

Segundo Barat et al.(2006), citando outros, há um menor rendimento no bacalhau salgado antes de se dar o *rigor mortis* (salgado verde), quando comparado com o bacalhau da mesma captura, mantido em gelo até chegar à fábrica onde é salgado depois de alcançar o *rigor mortis* (Barat, Gallarat-Jornet, Andrés, Aske, Carlehög & Skjerdal, 2006). No entanto a nível das propriedades sensoriais acontece o oposto, sendo favorecidas pela salga imediatamente a seguir à captura, pois inicia o processo de maturação mais cedo.

1.2 – Lavagem

Este processo é utilizado após a maturação e antes da secagem de forma a remover o excesso de sal que o produto possa levar para o interior dos secadores. No caso da Riberalves este pode ser efetuado de duas formas distintas, sendo uma delas por imersão do produto em água corrente ou batido numa grelha e passando por um túnel coberto por aspersores que libertam pequenas quantidades de água. Ambos os sistemas têm as suas vantagens e desvantagens, o primeiro consegue remover melhor o sal, mas faz com que o produto tenha uma maior quantidade de água superficial aquando da entrada no secador enquanto que o segundo é completamente oposto retirando menos sal, mas também levando uma menor quantidade de água superficial.

1.3 – Secagem

A secagem é uma operação unitária muito antiga e que tem sido estudada e aperfeiçoada ao longo do tempo, mais precisamente desde 12 000 AC, em que no Médio Oriente os povos da época utilizavam o sol quente e o vento seco para secar naturalmente alimentos como peixe, animais domésticos e peças de caça selvagem (Nummer, 2002).

Esta operação é definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar e tem como princípio base reduzir os teores de humidade relativa de um produto, sendo que, no caso do bacalhau salgado seco, esta deve ser inferior a 47%, levando cerca de dois a quatro dias, dependendo do tamanho do bacalhau. Deve ser descontínua (com períodos de repouso), decorrer a temperaturas que oscilem entre os 18°C e 21°C e com uma quantidade de humidade relativa do ar que varie entre os 45% a 80%, de forma a não afetar de forma negativa a textura do produto, mas cessar ou diminuir o crescimento microbiano assim como todas as reações químicas e bioquímicas (Silva, Afonso, & Donzelles, n.d.; Ministério da Agricultura Pescas e Florestas, 2005; Boeri, 2012; Comissão Europeia, 2013).

A condição para que ocorra a secagem de um produto é que a pressão de vapor de água sobre a superfície do produto seja maior do que a pressão do vapor de água no ar de secagem, caso contrário ocorre o humedecimento do produto.(Silva et al., n.d.)

Apreciado, não só pelo povo português, mas também pelas comunidades mediterrânicas, latino-americanas e africanas (as duas últimas devido à influência dos descobrimentos portugueses), que apesar do desenvolvimento dos métodos de refrigeração e instalações para o efeito, continuam a ter uma enorme necessidade de manter um *stock* alargado deste produto, pois faz parte da sua cultura gastronómica.

(Barat, Rodríguez-Barona, Andrés, Castelló, & Fito, 2004; Aas et al., 2010; Brás & Costa, 2010; Lorentzen, Egeness, Pley, & Ytterstad, 2016). Países africanos como Angola e a África do Sul mostram-se potenciais clientes duradouros no mercado do pescado salgado seco, devido ao seu desenvolvimento económico (African Development Bank Group, 2011; Lorentzen et al., 2016).

Apesar dos países acima referidos serem os maiores consumidores, os grandes produtores são os países do Atlântico Norte, como a Noruega, a Islândia, e as Ilhas Faroé que capturam, juntos, cerca 1 304 433 toneladas de *Gadus morhua* (Barat et al., 2006; Aas et al., 2010; Lorentzen, Olsen, Bjørkevold, Mikkelsen, & Skjerdal, 2010; FAO, 2015). Só a Noruega exportou diretamente para Portugal, em 2016, mais de 25 000 toneladas de bacalhau salgado verde e salgado seco, totalizando cerca de 163 milhões de euros (Norwegian Seafood Council, 2016).

Normalmente, o bacalhau salgado verde é seco em fábricas, instaladas nos países importadores (como é o caso do nosso país), para produzir bacalhau salgado seco. Tem um sabor característico e uma textura que o torna um produto bastante apreciado. Se a comida representasse um país, o bacalhau definitivamente representaria Portugal, pois este tem centenas de receitas criadas em todo o seu território com bacalhau salgado seco que tem a necessidade de ser demolido antes de consumido (Rodrigues et al., 2003).

O bacalhau salgado seco é produzido a partir de peixe fresco ou descongelado, podendo este ainda ser filetado ou simplesmente escalado sendo depois salgado e seco. Já seco, é então embalado solto em caixas de cartão e exportado. Ao chegar ao mercado destinado é apresentado sem embalagem ou cortado em pedaços e embalado. Este é rotulado como tendo uma data de validade de cerca de 1 ano quando armazenado a 4 °C, mas pode aguentar 2 anos ou mais (havendo riscos de alteração de odores e sabor) (Aas et al., 2010; Lorentzen et al., 2016). Este largo período de validade ou vida útil deve-se à reduzida atividade de água (0,70-0,75) sendo esta a principal razão pela qual o pescado salgado seco é um produto tão importante a nível mundial (Lorentzen et al., 2016).

O aumento do consumo de bacalhau levou a uma melhoria da produtividade na indústria do processamento de bacalhau de modo a dar resposta ao mercado consumidor. As indústrias de secagem de bacalhau passaram a usar o método de secagem com ar forçado, designado de secagem artificial de forma a responder ao aumento do consumo de bacalhau (Dias, 2008).

A secagem pode realizar-se de duas formas, por processo natural ou artificial. O processo natural, vulgarmente designado por secagem natural, realiza-se passivamente pela exposição do pescado húmido ao vento e ao sol (Figura 6), sempre que a qualidade do ar ambiente o permita ou a permanência num ambiente seco. Entre o levantar e o estender, o peixe é empilhado um sobre o outro, repetindo-se o procedimento tantas vezes quantas necessárias para se obter o grau de humidade pretendido ($\leq 47\%$), devem ainda ser tomados cuidados especiais para que os produtos não



Figura 6 - Secagem tradicional

(fonte: <http://www.prof2000.pt/users/Avcultur/JPSimoes/Images/Epa02.jpg>)

sofram aquecimento excessivo e para que a secagem ocorra do modo mais uniforme possível (este processo tem

vindo a entrar em desuso devido aos perigos ambientais como insetos, poeiras, dejetos de aves e as próprias variações meteorológicas). O processo artificial é efetuado por meio de secadores, em túnel de secagem, processo que usa ar forçado como meio de condução de calor e como meio de transferência do excesso de água dos produtos para a atmosfera, ou seja, envolve dois mecanismos sendo eles a transferência de calor e a transferência de massa (Figura 7). O calor vai possibilitar a migração da água para a superfície do produto, onde será evaporada devido a diminuição da humidade do ar forçado em circulação. Portanto, o ar de secagem deve ter a capacidade de suportar a quantidade de calor a ceder ao produto e possuir condições de reter e transportar uma quantidade de massa de água na forma de vapor (Boeri, 2012; Comissão Europeia, 2013).



A secagem artificial (Figura 7), diferencia-se da secagem natural pelo acréscimo dos consumos energéticos a ela associados. Deste ponto de vista, a otimização da secagem é um objetivo a assegurar, uma vez que a energia assume um papel significativo na estrutura de custos na indústria do processamento do bacalhau (Dias, 2008).

O final da secagem é marcado pelo momento em que, ao segurar o bacalhau salgado seco pelo lombo, este permanece rígido e na horizontal (Figura 8) (Brás & Costa, 2010).

Figura 7 – Secagem industrial
(fonte: http://0.fotos.web.sapo.io/i/B9b04bf15/19226434_Ul1mF.jpeg)

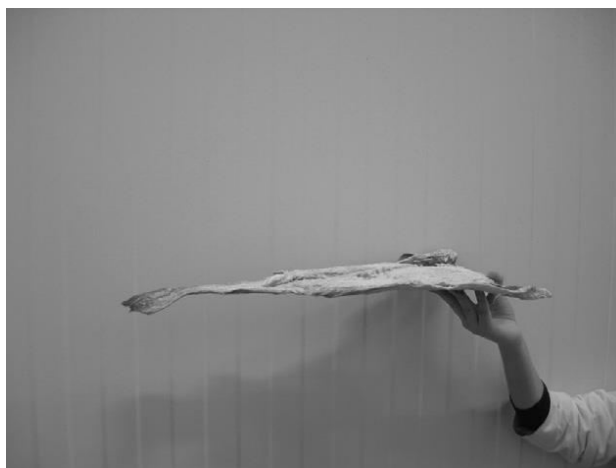


Figura 8 - Critério para o final do processo de secagem (Brás & Costa, 2010)

Este produto tem ainda uma elevada durabilidade ou tempo de validade, graças à sua baixa atividade da água (inferior a 0,75) e à elevada concentração de sal que impedem que os microrganismos sejam capazes de proliferar durante o armazenamento do produto, mesmo os halófitos extremos apesar de suportar os elevados teores de sal, necessitam de teores de humidade mais elevados (Oliveira, Nunes, Vaz-pires, & Costa, 2012; Oliveira et al., 2016).

O bacalhau salgado tem que ser seco antes de armazenado e demolido e cozinhado antes de consumido (Andrés et al., 2005).

1.4 – Demolha

A obtenção de bacalhau salgado, seco e demolido tem sido abordada como um processo composto por três operações unitárias principais (salga, secagem e demolha) onde dois componentes muito importantes fluem através da estrutura do bacalhau, são eles o sal e a água (Heredia et al., 2007).

Apesar de em Portugal o tradicional bacalhau salgado seco dominar o mercado, no Brasil, produtos de conveniência como o bacalhau demolido e ultracongelado têm aumentado a sua cota na última década (Bjørkevoll, Gonzalez, & Fossen, 2017).

O bacalhau salgado seco com mais tempo de cura por sal, pode levar 2 a 5 dias no processo de demolha (Figura 9), até estar pronto para ser consumido, dependendo do tamanho (Aliño, Fuentes, & Barat, 2011; Bjørkevoll et al., 2017).



Figura 9 - Demolha industrial de bacalhau

(fonte: <http://fotos.sapo.pt/fatimapaismoura/fotos/?uid=4msvypDRQBA72jo319K#grande>)

Estudos indicam que o bacalhau obtido a partir de matérias-primas no estado salgado verde, resulta numa maior qualidade geral do produto, mas possui rendimentos 10% mais baixos após a descongelação em comparação com matérias-primas congeladas após captura. Do ponto de vista da indústria, os resultados demonstram que a qualidade e os rendimentos dos produtos podem ser otimizados escolhendo as matérias-primas certas (Bjørkevoll et al., 2017).

Bacalhau salgado seco é um produto altamente apreciado nos países mediterrânicos, mas o consumidor precisa de o demolhar antes de cozinhar. O processo de demolha é geralmente realizado na cozinha dos consumidores, em que o bacalhau é colocado no frigorífico ou à temperatura ambiente, num recipiente com água, que é mudada 2 a 3 vezes, de forma a melhorar o processo e leva cerca de 24h (Barat et al., 2004; Aliño et al., 2011).

As mudanças no estilo de vida dos consumidores têm sido a principal razão para a diminuição do consumo de bacalhau salgado. Hoje em dia, produtos alimentares seguros de alta qualidade e prontos a consumir, são o que o consumidor exige e a indústria

alimentar deve satisfazer esta procura. Por conseguinte, a indústria do bacalhau incluiu nas suas operações industriais a fase de demolha. Além disso, a indústria de salga também procura melhorar a qualidade e os aspetos saudáveis dos produtos finais, especialmente devido à evidência de que o consumo de alimentos está fortemente relacionado à saúde (Aliño et al., 2011).

Portugal consome cerca de 70 000 toneladas de bacalhau seco salgado por ano, sendo o Natal, o período em que é mais procurado. A tradição portuguesa dita que na noite de consoada deve chegar à mesa cozido, acompanhado por batatas, ovos e hortalíça, antes de ser bem regado com azeite (“O bacalhau também é amigo da saúde humana,” 2016).

Além de ser o melhor amigo do Natal português, o bacalhau também tem efeitos benéficos para a saúde. Devido ao seu baixo teor de gordura e a ser fonte de proteínas de alto valor biológico, de fósforo (mineral que contribui para a manutenção dos ossos e dos dentes) e rico em vitaminas D e B12, que ajudam ao normal funcionamento do sistema imunitário (“O bacalhau também é amigo da saúde humana,” 2016).

O bacalhau demolhado e seco pode ser utilizado como ingrediente em diversos pratos “pronto-a-comer”, devido ao seu baixo teor de sal e elevada capacidade de reidratação (Santacatalina et al., 2016). Assim como na secagem a água é extraída sem alterar a conformação proteica e, por conseguinte, a estrutura da fibra muscular, a entrada da água por ocorre por osmose provocando desta forma a saída do sal.

A relação entre o consumo elevado de sal e as doenças cardiovasculares tem sido demonstrada e tem sido a principal razão para a diminuição do consumo de alimentos salgados. Os iões sódio e iões cloreto são necessários no organismo humano, pois desempenham papéis importantes nos sistemas circulatório e digestivo. Os iões de sódio são necessários para manter a pressão e o volume de sangue e os iões cloreto tem como função manter o equilíbrio ácido-base necessário para a formação de ácido clorídrico no estômago, necessária no processo digestivo (Galvis-Sánchez, Tóth, Portela, Delgadillo, & Rangel, 2011). O consumo excessivo pode levar ao descontrolo destas funções fisiológicas. Um grupo de investigadores espanhóis realizou um estudo no qual conseguiram substituir o sal utilizado (NaCl) por um alternativo (KCl) conseguindo que não houvesse grandes alterações quer a nível de textura, quer a nível de sabor, sendo a substituição possível na ordem dos 75% (Aliño et al., 2011).

1.5 – Estatísticas

Das 126 mil toneladas de produtos “congelados” (Figura 10), o volume de produção mais expressivo correspondeu uma vez mais ao “bacalhau” (18,1% do total de congelados) (INE, 2015). O bacalhau perdeu representatividade em relação ao ano anterior, uma vez que a sua produção decresceu na ordem dos 22,6% (INE, 2015).

A produção de “secos e salgados” totalizou 69 mil toneladas, tendo o “bacalhau salgado seco” correspondido a 71,3% deste grupo (Figura 11), com uma produção de 49 mil toneladas, ou seja, uma diminuição de 13,4% quando comparada com a de 2013 (INE, 2015).

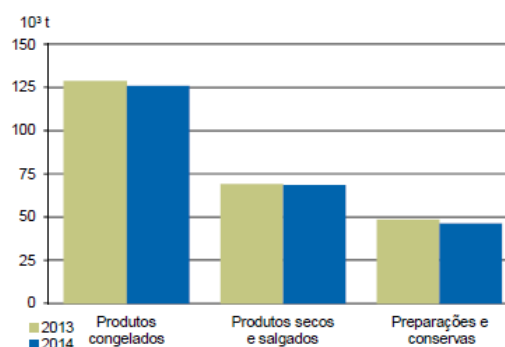


Figura 10 - Quantidades produzidas pela indústria transformadora de pescado (em milhares de toneladas), comparação entre os anos 2013 e 2014 (INE, 2015).

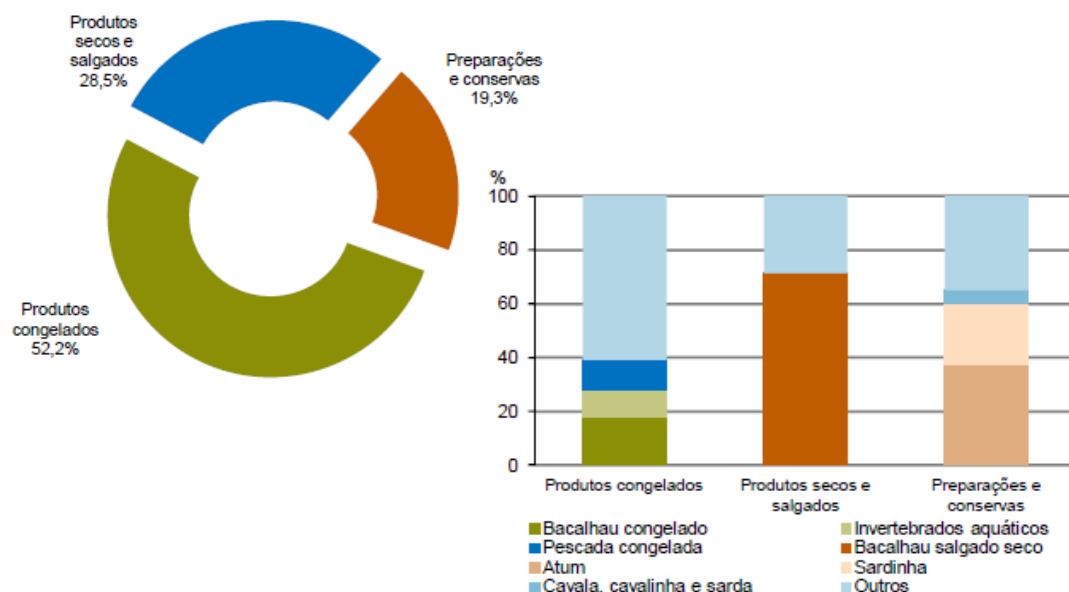


Figura 11 - Quantidades produzidas pela indústria transformadora de pescado (em percentagem), no ano de 2014 (INE, 2015).

Nas transações comerciais, é importante ter em conta que nem sempre o país de origem do produto coincide com o país que o vende a Portugal, ou seja o país de proveniência. Especial destaque ainda para a elevada importância dos Países Baixos no ranking dos principais países fornecedores de bacalhau a Portugal, a que não é alheio o designado “efeito de Roterdão”. Com efeito, através deste porto entra na União Europeia (UE) uma parte significativa dos bens importados dos Países Terceiros, entrando a partir daí em livre circulação no território europeu (procedimentos de desalfandegamento), passando por isso a considerar-se os Países Baixos como o país de proveniência das subsequentes transações com os restantes parceiros da UE.

A Noruega surge como principal país de origem dos “bacalhaus salgados e secos” importados por Portugal em 2015, com um peso de 50,6%, seguindo-se a Suécia (peso de 16,1%), a Islândia (10,1%), a Dinamarca (5,4%) e os Países Baixos (5,3%) (INE, 2015).

Em termos dos países parceiros, Espanha continuou a ser o principal mercado de destino dos produtos da pesca nacional, exceto nos “peixes secos, salgados e fumados” em que esse lugar foi ocupado, pelo Brasil (principalmente de bacalhau, associado seguramente ao designado “mercado da saúde”) (INE, 2015).

O maior aumento registou-se nas transações de “peixes secos, salgados, fumados” (-45,3 milhões de euros), em resultado fundamentalmente do aumento das importações de “bacalhaus salgados e secos” provenientes da Suécia, Países Baixos e Dinamarca (+52,6 milhões de euros), agravado pela redução, apesar de forma menos expressiva, das exportações (também de “bacalhaus salgados e secos”) com destino ao Brasil.

No Atlântico Norte verificou-se um ligeiro decréscimo, em cerca de 2%, das possibilidades de pesca iniciais relativamente a 2014, incidindo essa diminuição no conjunto das quotas de bacalhau disponíveis no Arquipélago de Svalbard e na *Northwest Atlantic Fisheries Organization* (NAFO). No final de 2015, na sequência das trocas de quotas acordadas com outros Estados Membros, Portugal registava um acréscimo de 10% das suas possibilidades de pesca nesta área do Atlântico, face às quotas

inicialmente atribuídas, decorrente do reforço significativo das quotas de bacalhau e cantarilho na área regulamentar da NAFO.

1.6 – Diferenças entre espécies

1.6.1 – *Gadus morhua* vs *Gadus macrocephalus*

Provenientes de oceanos diferentes (Atlântico e Pacífico respetivamente), estas duas espécies possuem algumas diferenças entre si. A nível de textura por exemplo o *Gadus morhua* (Figura 13) é menos fibroso e lasca após a cozedura, enquanto o *Gadus macrocephalus* (Figura 14) não é tão suave nem lasca. A nível visual conseguimos detetar duas grandes diferenças, a primeira é o ponteadado branco nas extremidades das barbatanas do *Gadus macrocephalus* que o *Gadus morhua* não possui e a segunda, a barriga do *Gadus macrocephalus* é mais larga que a do *Gadus morhua* devido ao tipo de alimentação. A nível industrial o *Gadus macrocephalus* tem um problema, nomeadamente uma maior probabilidade de contaminação por parasitas como os do género *Anisakidae* (Figura 12), maioritariamente encontrada em peixe pescado no Oceano Pacífico devido à densidade populacional de focas no mesmo, dado que as mesmas são o principal vetor do parasita, libertando-o nas fezes que por sua vez são ingeridas pelo bacalhau.



Figura 12 - *Anisakis simplex*, escala em cm
(fonte: <http://fishparasite.fs.a.u-tokyo.ac.jp/Anisakis%20simplex/Anisakis-simplex->

1.6.2 – *Gadus morhua* vs *Pollachius virens*

Pollachius virens (Figura 15), também conhecido como Saithe ou Escamudo é um peixe de músculo mais escuro quando comparado com o *Gadus morhua*, além disto o *Pollachius virens* possui ainda o corpo coberto de escamas grandes e a barbatana caudal recortada em forma de “V” enquanto o *Gadus morhua* possui apenas pequenas escamas e a barbatana caudal triangular.



Figura 13 - Gadus Morhua (fonte: própria)



Figura 14 - Gadus macrocephalus (fonte: própria)



Figura 15 - Pollachius virens (fonte: própria)

2 – Riber Alves SA

2.1 – A Empresa

Em 1985, João Alves constituiu a Riber Alves (Figura 16), lançada como um “cash&carry”. Após este negócio, a Riber Alves focou-se exclusivamente na indústria e comércio de bacalhau, nascendo em 1993 a fábrica da Riber Alves, no Carvalhal, em Torres Vedras, que acolhia 30 funcionários, a maioria concentrados na transformação do bacalhau salgado verde, ou congelado, importado dos países do Atlântico Norte



Figura 16 – Logotipo Riber Alves comemorativo 30 anos
(fonte: <http://riberalves.pt/>)

(Riber Alves SA, 2010).

A aquisição da Unidade Industrial da Moita, a Comimba, em 2002, na altura uma das maiores fábricas do sector, permitiu aumentar em 60% a capacidade produtiva. Com os investimentos e a tecnologia aplicada, tornou-se uma unidade industrial decisiva na evolução do processo do bacalhau demolhado ultracongelado, uma das grandes apostas da empresa (Riber Alves SA, 2010). Atualmente, a Riber Alves tem à sua disposição cerca de 400 funcionários e possui um volume de negócios anual superior a 140 milhões de euros, dominando o mercado nacional e marcando posição no mercado internacional (Figura 17) (Riber Alves SA, 2010, 2015).

O grupo Riber Alves tem à sua disposição 2 unidades industriais, viradas para o negócio do fiel amigo, uma no Carvalhal, em Torres Vedras que apenas seca bacalhau, tendo como produto final bacalhau salgado seco inteiro ou em postas e uma outra no Rosário, na Moita onde se realizam todos os processos desde a escala à maturação, passando pela secagem e corte e terminando com a demolha e ultracongelação, tendo como produto final bacalhau e afins salgado seco inteiro ou demolhado e ultracongelado em postas, uma adega, a Adega Mãe e uma imobiliária, a Riber Alves Imobiliária.

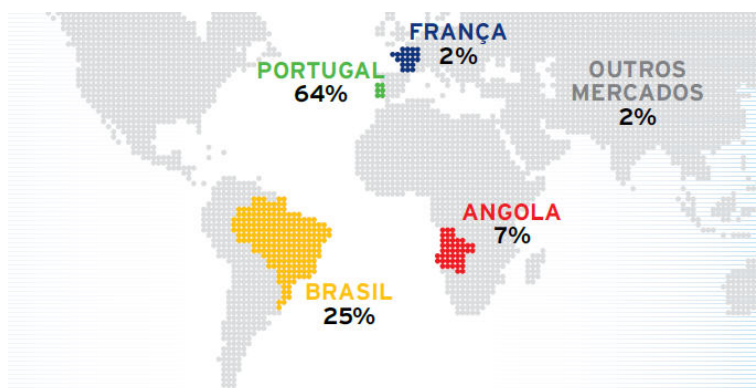


Figura 17 - Mercado Riber Alves em 2014 (Riber Alves SA, 2015)

2.2 – Processamento Riberalves

O processamento de bacalhau na Riberalves divide-se em três fases distintas, fisicamente divididas em três naves industriais que constituem a unidade industrial da Moita.

Na primeira nave é onde o produto é recebido, podendo esta receção ser em três estados diferentes (fresco, congelado ou salgado verde), sendo estes submetidos a diferentes processos (Figura 18), até alcançarem no final o bacalhau maturado ou salgado verde.

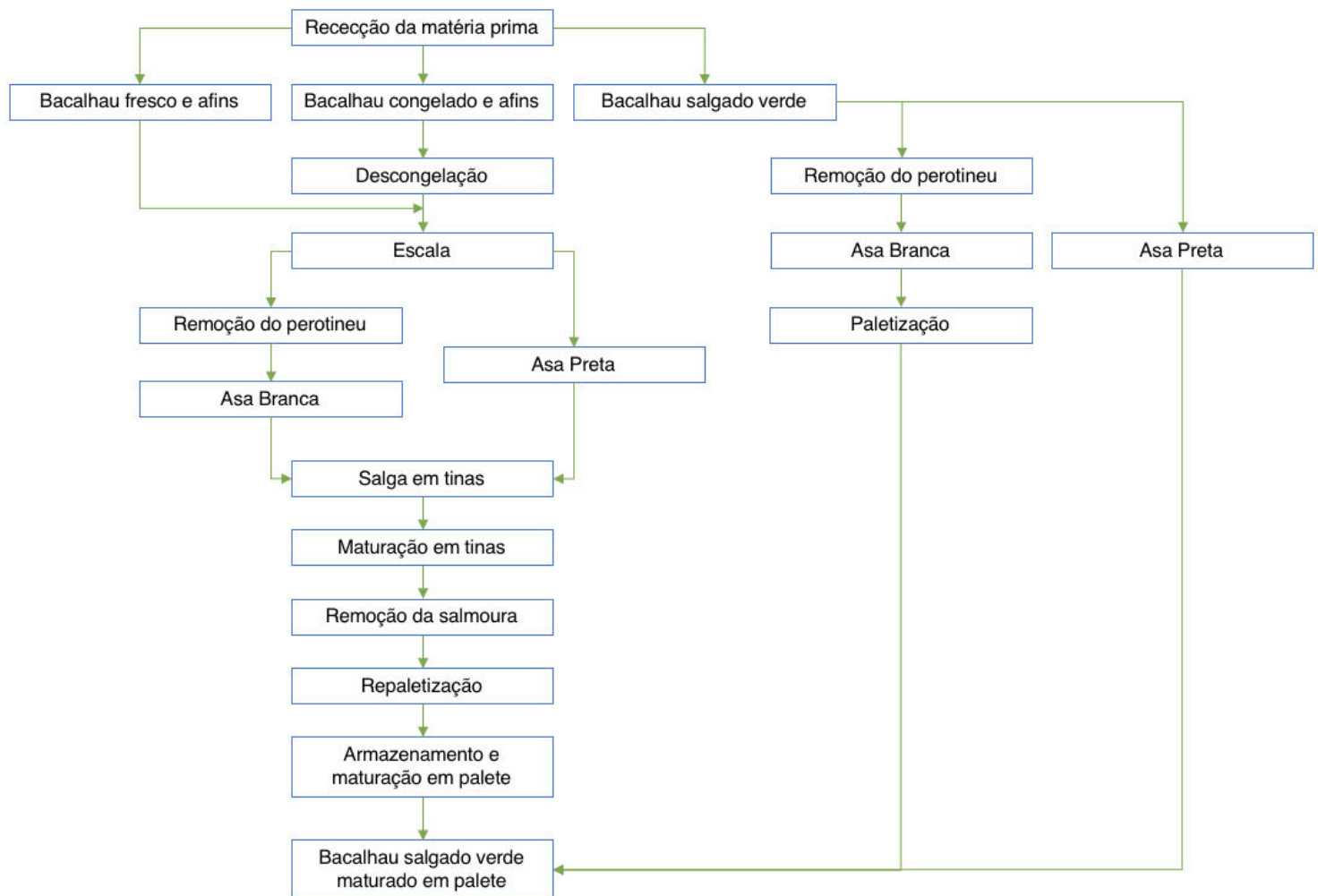


Figura 18 - Fluxograma de produção de bacalhau e afins salgado verde (adaptado de Santos, 2017)

Ainda na primeira nave o bacalhau já maturado, é submetido aos processos de lavagem e secagem (Figura 19), sendo que a última varia consoante o destino do produto final (embalamento seco ou demolha e ultracongelação), sendo em qualquer um dos casos separado por calibre.

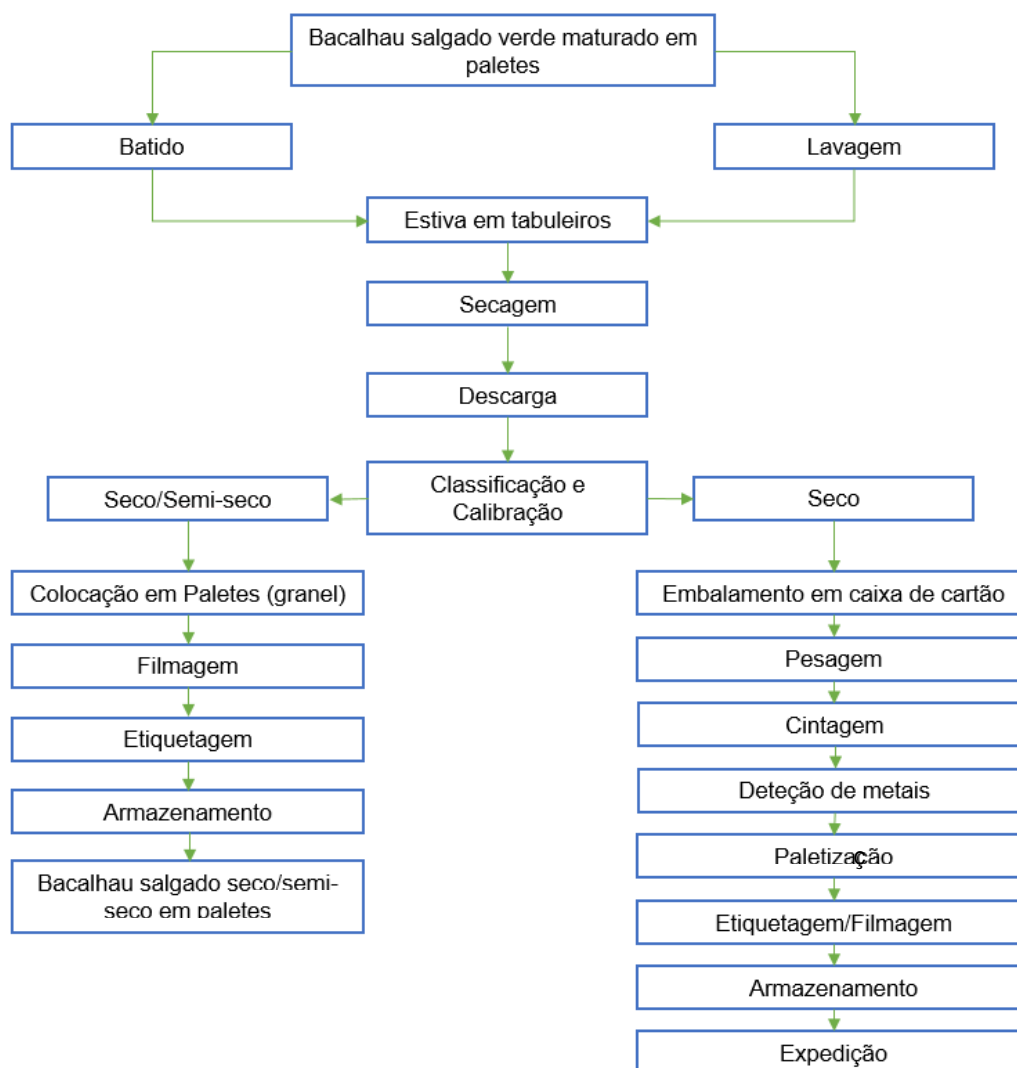


Figura 19 - Fluxograma de produção de bacalhau e afins salgado seco e semi-seco (adaptado de Santos, 2017)

Já na segunda nave, após a calibração, o bacalhau que é destinado ao processo de demolha segue para a linha de corte, onde são cortadas as diferentes postas, posteriormente estas postas são colocadas em tabuleiros e submetidas ao processo de demolha seguido de ultracongelação e vidragem (Figura 20). Seguindo depois para a terceira e última nave, o bacalhau é embalado e expedido.

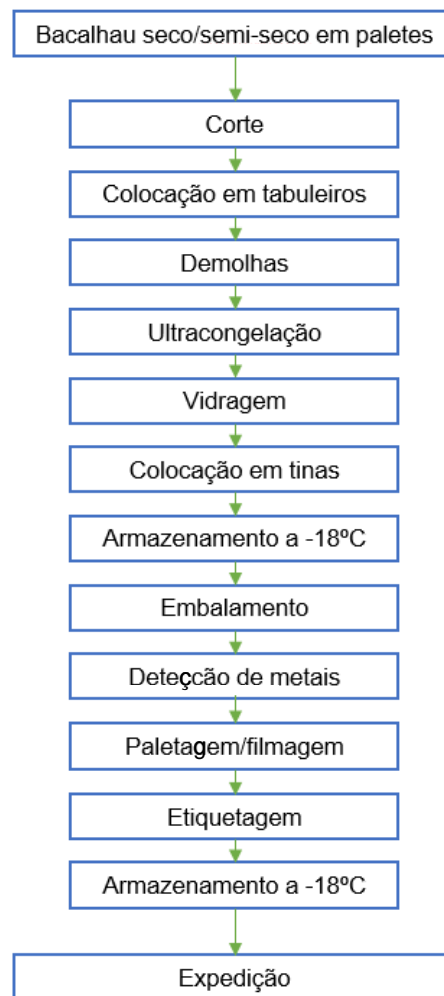


Figura 20 - Fluxograma de produção de bacalhau e afins demolhado e ultracongelado (adaptado de Santos, 2017)

2.2.1 - Receção

O bacalhau pode ser recebido de três formas distintas, sendo que em todas estas o produto vem já descabeçado, sangrado e eviscerado, nomeadamente:

-**Fresco** – este apesar de ser completamente transformado pela entidade que o compra, sofre durante o transporte, uma acentuada degradação bioquímica (Figura 21).

-**Congelado** – com um pouco menos de qualidade em relação ao anterior, este tipo de matéria-prima sofre alguns processos de degradação, que são retardados pelo congelamento (Figura 22);

-**Salgado Verde** – produto escalado e salgado imediatamente a seguir a captura, este tipo de matéria prima tem uma maior qualidade, pois os processos bioquímicos de degradação são interrompidos de imediato, permitindo o início da maturação (Figura 23);



Figura 21 - Bacalhau fresco

(fonte: [https://3.bp.blogspot.com/-](https://3.bp.blogspot.com/-OKKfSz15r2Q/UIPStWigLI/AAAAAAAAABUc/3aIKZkSH7W4/s1600/FA8F06DA-A56C-4526-B969-C1DD3C8DA72B.JPG)

[OKKfSz15r2Q/UIPStWigLI/AAAAAAAAABUc/3aIKZkSH7W4/s1600/FA8F06DA-A56C-4526-B969-C1DD3C8DA72B.JPG](https://3.bp.blogspot.com/-OKKfSz15r2Q/UIPStWigLI/AAAAAAAAABUc/3aIKZkSH7W4/s1600/FA8F06DA-A56C-4526-B969-C1DD3C8DA72B.JPG))



Figura 22 - Bacalhau congelado

(fonte:

https://sc02.alicdn.com/kf/UTB8Ja8tXn_IXKJkSalUq6yBzVXaq/Frozen-Atlantic-Cod-Pacific-Cod-Fillets-cod.jpg)



Figura 23 - Bacalhau salgado verde (fonte: própria)

2.2.2 – Escala e processos adjacentes

Após a receção, inspeção e armazenamento em câmara a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, segue-se a descongelação, a qual dura aproximadamente 15h (dependendo do tamanho do peixe). Após a descongelação, em tanques para o efeito, com água a uma temperatura controlada e sistema de homogeneização por circulação de ar (para que a temperatura do peixe não ultrapasse os $5\text{ }^{\circ}\text{C}$), segue-se a escala, por corte longitudinal, e abertura do peixe pela face ventral e remoção dos 2/3 anteriores da coluna vertebral (Figuras 24 - 27). De seguida lava-se o peixe, de modo a remover aos coágulos sanguíneos resultantes da escala (Figura 28). No caso de se tratar de bacalhau para comercializar como Asa Branca, retira-se de imediato o peritoneu (Riberlves SA, 2016).



Figura 24 - Processo de Escala, 1 (fonte: própria)

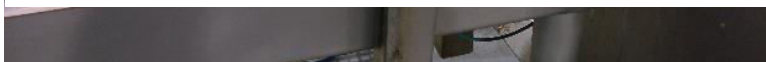
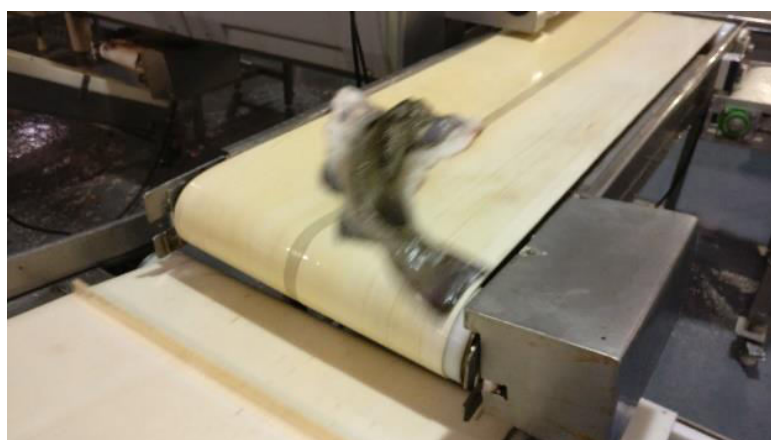


Figura 25 - Processo de escala, 2 (fonte: própria)



Figura 26 - Processo de escala,3 (fonte: própria)



2.2.3 – Salga e Maturação

A salga é feita em tinas próprias com flor de sal, colocando o peixe com a face ventral para cima tendo o cuidado de abrir e endireitar o peixe, sobrepondo em camadas alternadas de peixe e sal. Salga-se com recurso à pá de salga com um movimento rápido no sentido antero-posterior de forma a cobrir toda a superfície do peixe. O sal deve ser

Figura 27 - Processo de escala, 4 (fonte: própria)

colocado ao longo da coluna vertebral de modo a que a maior quantidade se encontre



Figura 28 - Processo de lavagem pré-salga (fonte: própria)

sobre a região céfalo-lombar (Figuras 29 - 31). Mantém-se o bacalhau nas tinas durante 7 dias em maturação. Após este período em salmoura (Figura 32), volta-se a tina transferindo o bacalhau para uma paleta. Deixa-se o bacalhau na paleta com excesso de sal durante aproximadamente 8 meses na câmara de maturação (Riberalves SA, 2016).

Logo após o período de maturação segue-se a lavagem, de modo a retirar as impurezas sobre o peixe e também o muco cutâneo. O bacalhau é imediatamente paletizado, sendo arrumado em paletes dispersando-se algum sal para que o bacalhau não se cole e também para corrigir uma eventual coloração amarela provocada pela água doce (Riberalves SA, 2016).

O bacalhau salgado verde permanece armazenado em câmaras refrigeradas coberto de sal apurando o processo de maturação, durante aproximadamente 8 meses, a temperatura de 4°C, até entrar em produção. Pode ser preparado de asa preta ou branca, ou seja, com ou sem a membrana peritoneal respetivamente. Antes da secagem o bacalhau pode ou não ser lavado, retirando-se o sal residual e as mucosidades da pele em máquinas de lavar bacalhau (Riberalves SA, 2016).



Figura 29 - Processo de salga, 1 (fonte: própria)



Figura 30 - Processo de salga, 2 (fonte: própria)



Figura 32 - Processo de salga, 4 (fonte: própria)



Figura 31 - Processo de salga, 3 (fonte: própria)

2.2.4 – Secagem

Seguidamente faz-se a estiva em tabuleiros, onde os peixes são arrumados de forma sequencial (cabeça, rabo, cabeça) e tamanho uniforme (Figura 33). Quando o tabuleiro estiver completo é transferido para carros com capacidade para 21 tabuleiros, devidamente encaixados (Riberalves SA, 2016).

Os carros são identificados com etiquetas informativas contendo o lote, espécie e tamanho e colocados nos túneis de secagem (Figura 34). Nesta fase começa a desidratação do peixe em túneis de secagem com ar forçado a temperatura e humidade controladas. A secagem pode durar de 36 a 100 horas, entre 18°C a 24°C, dependendo do tamanho e, principalmente, finalidade comercial do bacalhau (Riberalves SA, 2016).

Depois de seco, o bacalhau é descarregado dos tabuleiros, e novamente paletizado (Figura 35), ou descarregado diretamente para a calibradora, sendo posteriormente classificado, podendo ser de imediato embalado, ou seguir em palete para o corte/corte demolha (Riberalves SA, 2016).

Na classificação é avaliado o estado de secagem do peixe por operadores especializados. Se o peixe apresentar excesso de humidade volta à fase de secagem – **ressecagem** (Riberalves SA, 2016).

O bacalhau é classificado/calibrado em função do seu peso e qualidade dando origem aos vários tipos comerciais. A classificação por peso é efetuada por calibradoras dinâmicas, de 12 portas, de alta tecnologia e performance, capazes de processar 60 bacalhaus por minuto, embalados em unidades de venda de 15 kg ou 25 kg (Riberalves SA, 2016).

Tendo em vista a proteção do bacalhau durante a armazenagem, transporte e exposição no local de venda, este é acondicionado em caixas de cartão e é colocada a respetiva rotulagem. É posteriormente armazenado a 7 °C (Riberalves SA, 2016).

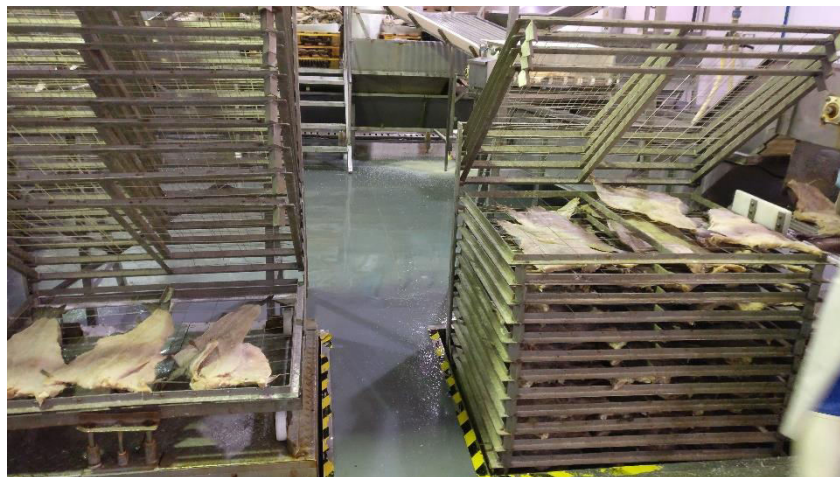


Figura 33 - Carros com capacidade de 21 tabuleiros (fonte: própria)



Figura 34 - Túnel de secagem com capacidade para 90 carros (fonte: própria)



Figura 35 - Bacalhau salgado seco paletizado (fonte: própria)

3 – Materiais e Métodos

3.1 – Otimização da Secagem

Após uma pequena avaliação sobre os processos realizados pela empresa, verificou-se a necessidade de reduzir o volume de quebras de produto e os gastos energéticos da secção de secagem e embalagem seco, desta forma pensou em otimizar-se o processo de secagem.

3.1.1– Materiais

Balanças

Sartorius Combics 1 | Bilanciai EV7-S | Ruby RB60

Secador

York Systems – Evaporador, Sistema de circulação de ar, sensores de humidade e sistema de aquecimento/arrefecimento de ar.

Produto

Bacalhau salgado verde das espécies *Gadus morhua*, de calibres “Crescido”, “Especial” e “Jumbo” inteiros.

3.1.2 – Métodos

De forma a otimizar a operação unitária que é a secagem, começou por analisar-se os procedimentos atuais e os precedentes.

O bacalhau, já maturado é lavado de forma a retirar o excesso de sal. Na Riberalves existem atualmente dois processos de lavagem: um em que o produto é retirado das pilhas e lançado pelas operadoras sob uma rampa, que termina num tapete coberto por uma camada de cerca de 20 cm de água corrente, na qual o produto permanece imerso durante o percurso que tem a duração de 10 seg. (Figura 37); e um segundo processo de lavagem em que o produto é lançado pelas operadoras para uma rampa, sendo esta rampa é fendilhada (de forma a retirar algum sal antes de lavar) passando o bacalhau posteriormente por um túnel com pequenos aspersores durante 5 seg seguindo para um tapete seco durante mais 5 seg. de forma a perder alguma da água superficial (Figura 38).

Após esta etapa o bacalhau é colocado na horizontal em pequenos carros cada um com 21 tabuleiros seguindo estes para os túneis de secagem, que possuem capacidade para 90 destes carros (Figura 36), no caso de os secadores estarem ocupados, o produto

Evaporador																								
1	2												15	16									29	30
31	32												45	46									59	60
61	62												75	76									89	90
Ventilador																								

permanece em espera em ambiente refrigerado (0 - 4 °C).

Figura 36 - Esquema interno do secador



Figura 37 - Método de lavagem com rampa e imersão (fonte: própria)



Figura 38 - Método de lavagem com grelha e aspersores (fonte: própria)

No secador o produto é submetido a uma secagem por ar forçado até atingir uma humidade relativa de 47%, esta secagem é feita seguindo um binómio otimizado 70%-18°C/40%-24°C e pode levar de 30-150h de secagem (conforme o tamanho e consoante o destino), sendo que estas não podem ser seguidas dada a necessidade de existir um tempo repouso para a água migrar do centro do produto para o exterior (superfície de secagem). Existem dois destinos possíveis para este produto, nomeadamente embalagem seco ou demolha e ultracongelação que vão ter tempos de secagem diferentes, sendo que o primeiro pode levar entre 60-150h e o segundo entre 30-50h.

3.2 – Estudo Complementar

Realizou-se ainda em paralelo um pequeno estudo de forma a entender se existem e quais são as perdas de nutrientes durante a demolha, onde foram testados lombos de *Gadus morhua*, *Gadus macrocephalus* e *Pollachius virens* no estado semi-seco, demolhadas na Riberalves (demolha industrial) e demolhadas no laboratório (demolha tradicional), através de análise de elementos minerais por Espectrometria de Fluorescência de Radiação X (XRF) e método de humidade e cinza para aferir se a soma dos elementos detetados corresponde à fração mineral do produto.

3.2.1– Materiais

3.2.1.1 – XRF

Thermo Scientific Niton XL3t XRF Analyzer

Material corrente de laboratório

Amostras em forma de posta do lombo de *Gadus morhua*, *Gadus macrocephalus* e *Pollachius virens* no estado salgado verde, demolhado em fábrica (demolha industrial) e demolhado no laboratório (demolha tradicional)

3.2.1.2 – Humidade e Cinza

Mufla – Haraeus M110

Estufa – Jeio Tech OF-02P

Balança – Nahita 5153 (d=0,1mg(±))

Material corrente de laboratório

Amostras de *Gadus morhua*, *Gadus macrocephalus* e *Pollachius virens* no estado salgado verde, demolhado em fábrica (demolha industrial) e demolhado no laboratório (demolha tradicional)

3.2.2 – Métodos

3.2.2.1 – Espectrometria de Fluorescência de Radiação X (XRF)

Dentre muitas aplicações da radiação X, há uma que permite analisar qualitativamente e quantitativamente uma amostra, de maneira não destrutiva. Esta técnica é a Fluorescência de Raios X, e tem sido muito utilizada quando se pretende obter uma análise dos vários elementos contidos numa amostra de uma grande gama de materiais. Esta é uma técnica de análise complementar que permite identificar e medir os raios X característicos, identificando-se o elemento químico que o origina (Luiz et al., 2014).

A Espectrometria de Fluorescência de Radiação X (XRF) consiste em medir a intensidade de energia de radiação X emitidos por uma amostra. As linhas energéticas são características dos átomos de cada elemento. Na técnica de XRF, a análise qualitativa permite identificar os átomos de cada elemento presentes na amostra associando a linha energética característica observada com seus respectivos átomos. Já a análise quantitativa permite determinar a quantidade de cada átomo presente na amostra a partir da intensidade das linhas energéticas características (Luiz et al., 2014). Assim, o procedimento para obtenção do perfil e quantificação (mg/kg) dos elementos químicos presentes numa amostra por Espectrometria de Fluorescência de Radiação X é o seguinte:

- Começa por triturar-se cada uma das amostras de bacalhau (apenas a parte edível) de forma a homogeneizá-las;
- Irradia-se a amostra incidindo o equipamento na mesma, por um período de 360 segundos, em atmosfera enriquecida em Hélio. Todos os elementos da amostra são excitados simultaneamente por uma radiação X, deixando um vazio, provocado pela ejeção dos eletrões dos seus níveis atômicos (Clapera, 2006). Esta ionização faz com que um eletrão mais externo tenda a ocupar o vazio, levando assim a uma emissão de radiação X cuja intensidade é proporcional à concentração do elemento na amostra (Clapera, 2006);
- O equipamento dispõe de um software que mostra diretamente os elementos contidos na amostra em unidades de concentração (ppm);
- Os dados são armazenados pelo equipamento e podem ser transferidos para um computador em tabela de formato excel e trabalhados estatisticamente pelo operador.

3.2.2.2 – Humidade e Cinza

A humidade é um dos parâmetros mais importantes e necessários a analisar, dado que pode afetar o processamento, a embalagem ou até mesmo o armazenamento da mesma (CECCHI, 2001)

A determinação do teor em humidade foi realizada através do método gravimétrico 948.12 (AOAC, 1990)

Começou pela determinação da tara dos pesa-filtros, levando-os à estufa Jeio Tech OF-02P a $(105 \pm 5^{\circ} \text{C})$ durante, aproximadamente, 1 hora, seguido de arrefecimento em exsiccador, até estes atingirem a temperatura ambiente (± 40 minutos). Tarou-se então os pesa filtros, pesando-os numa balança de precisão (balança digital Nahita 5153 ($d = 0,1 \text{ mg}$ ($\pm 1 \text{ mg}$)). Após o registo das respetivas taras, colocaram-se ± 2 gramas de

amostra nos respetivos pesa filtros e levaram-se à estufa Jeio Tech OF-02P (105 ±5° C) durante 12h. O arrefecimento das amostras até voltar a atingir a temperatura ambiente (± 40 minutos) ocorreu no exsicador e antes de se efetuar a pesagem. As operações de secagem, arrefecimento em exsicador e pesagem, foram repetidas até atingir-se um peso constante. A % de humidade foi calculada segundo a fórmula:

$$\text{Cálculo Humidade(\%)} = \frac{(P2 - P1) - (P3 - P1)}{P2 - P1} \times 100$$

P1 – Tara do pesa filtro

P2 – Massa do pesa filtro + 2g de amostra antes da estufa

P3 – Massa do pesa filtro + 2g de amostra depois da estufa

A amostra de matéria seca com os pesa filtros, foram colocadas numa mufla Haraeus M110 a 900°C por 2h de forma a quantificar a fração mineral do produto.

4 – Resultados e Discussão

4.1 – Secagem

4.1.1 – Verificação da uniformidade da secagem e volume de quebras de produto

Numa primeira etapa, verificou-se a uniformidade do processo de secagem. Para o efeito, realizaram-se diversos ensaios de pesagens do produto, antes e depois da secagem, de forma a analisar a eficácia da mesma quer dentro do carro (Tabelas 8 e 9 – Anexo II), quer em cada posição do secador (Tabelas 10, 11 e 12 – Anexo III).

Os resultados evidenciaram a não existência de uma localização que proporcionasse uma secagem mais eficaz, ou seja, mais próximo dos evaporadores ou mais próximo da ventilação. Verificou-se ainda a existência de uma aleatoriedade de resultados no volume de água (em %) extraída do produto, em diferentes posições de cada um dos secadores e do carro. Nesse sentido, realizou-se uma outra experiência com 2 carros, que consistiu no seguinte: pesou-se o produto que necessitava de ressecagem, fazendo-o repousar em palete ou dentro do carro durante 16h, realizando depois 60 horas de ressecagem. Os resultados mostraram que houve uma perda de água de 6-10% mas sem diferença entre os que repousaram em palete e os que repousaram no carro (Tabelas 13 e 14 – Anexo III).

Por fim, concluiu-se que a secagem é tendencialmente uniforme e que as quebras de produto neste processo são de 5-8% (no caso do produto que segue para a demolha e ultracongelação) e de 15-20% (no caso do produto com destino ao embalamento seco).

4.1.2 – Otimização da secagem através do processo de lavagem

Tendo em conta a impossibilidade de alterar o binómio $T^{\circ}\text{C}/\text{HR}$ do secador, e como a secagem aparenta ser uniforme, pensou-se em reduzir ou excluir o uso de água para remoção do sal pré-secagem, pois as primeiras horas de secagem eliminam apenas a água superficial deixada por este processo.

Para isto, realizou-se um primeiro ensaio para ver se existiam diferenças entre os dois tipos de lavagem (imersão e aspersor) quando colocadas no secador. Nesse sentido, foram colocados no topo de dois carros alguns peixes de dimensões variadas, pesados antes da lavagem e depois da secagem. Após os cálculos, verificou-se que a perda de peso entre os peixes foi aleatória como mostra a Tabela seguinte (Tabela 2).

Tabela 2 - Ensaio de verificação do efeito da lavagem na secagem, 1

Lavagem	Etiqueta	g		%
		Maturado	Seco	H ₂ O
Imersão 10 seg	218	1620	1370	15,432
	217	1370	1150	16,058
	216	1520	1240	18,421
	201	1990	1620	18,593
	203	1740	1420	18,391
	204	1190	930	21,849
	202	1850	1510	18,378
	213	1710	1180	30,994
	219	1490	1150	22,819
Chuveiro 5 seg + Passadeira 5 seg	121	1470	1220	17,007
	215	1580	1320	16,456
	212	1480	1190	19,595
	123	1750	1470	16,000
	122	1450	1210	16,552
	214	1400	1110	20,714

De forma a confirmar o sucedido no ensaio anterior, realizou-se um novo ensaio, onde foram colocados no topo de dois carros quatro peixes de dimensões semelhantes, pesados antes da lavagem e depois da secagem. Após os cálculos verificou-se que a perda de peso entre os peixes foi também aleatória (Tabela 3).

Tabela 3 – Ensaio de verificação do efeito da lavagem na secagem, 2

Lavagem	Etiqueta	Peso (g)		Perda H ₂ O
		Curado	Seco	%
Imersão 10 seg	91	1410	1130	19,858
	93	1380	1170	15,217
	94	1400	1170	16,429
	98	1430	1220	14,685
Chuveiro	92	1380	1150	16,667

5 seg	95	1420	1160	18,310
	96	1400	1160	17,143
	97	1410	1170	17,021

Por fim, tentou retirar-se a água da lavagem para verificar o efeito, deste modo encheram-se três carros: um com peixe lavado por imersão, outro com peixe lavado por aspersores e o último apenas batido para libertar o sal incrustado. Os três carros foram pesados antes e depois da secagem, tendo sido obtido rendimentos bastante semelhantes entre si (Tabela 4).

Tabela 4 - Ensaio de verificação do efeito da lavagem na secagem, 3

	Peso (kg)		Perda H ₂ O	
	Cheio	Seco	kg	%
Lavagem				
Ar	289	230	59	20,42
Chuveiro	369,5	312	57,5	15,56
Imersão	282	226	56	19,86

4.2 – Estudo Complementar

Conforme referido, realizou-se um estudo complementar no sentido de se comparar a eficácia de uma demolha industrial da de uma demolha tradicional, esta última à semelhança do que se passa na casa de um consumidor comum. Os resultados estão apresentados nas tabelas 5 e 6. A tabela 5 apresenta os teores de humidade (em %) e cinza (%) das três espécies estudadas: Bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), Bacalhau do Pacífico (*Gadus macrocephalus*) e Saithe ou Escamudo (*Pollachius virens*). A tabela 6 apresenta os teores (em mg/kg) dos macronutrientes (Cl, Mg, P, Ca, K e S), micronutrientes (Al, Zn e Mo), e eventuais contaminantes (Pb, As, Hg e Cd) presentes nas amostras analisadas.

Tabela 5 - Dados referentes aos testes de humidade e cinza; SS – semi-seco; DI- demolha industrial (Empresa Riberalves); DT – demolha tradicional (laboratório)

Tipo	Espécie	Humidade (%)	Cinzas (%)
SS	<i>Morhua</i>	53,46	18,650
	<i>Macrocephalus</i>	53,26	18,430
	<i>Saithe</i>	54,09	18,290
DI	<i>Morhua</i>	76,12	0,670
	<i>Macrocephalus</i>	74,83	0,320
	<i>Saithe</i>	77,17	1,070
DT	<i>Morhua</i>	77,23	0,290
	<i>Macrocephalus</i>	78,63	1,340
	<i>Saithe</i>	76,75	0,590

Tabela 6 - Quantidade de nutrientes em ppm (azul mais escuro - macronutrientes; azul intermédio - micronutrientes; azul mais claro - contaminantes); MAC – *Gadus macrocephalus*; MOR – *Gadus morhua*

(Bacalhau do Atlântico); SAI – *Pollachius virens* (Escamudo ou Saithe); SS – semi-seco; DI- demolha industrial (Empresa Riberalves); DT – demolha tradicional (laboratório); < - abaixo do limite de deteção

	MAC SS	MAC DI	MAC DT	MOR SS	MOR DI	MOR DT	SAI SS	SAI DI	SAI DT	H ₂ O
Cl	110.736,1	23.737,6	30.326,0	111.836,1	29.085,0	28.992,5	109.121,3	38.073,5	25.509,5	49,23
Mg	919,6	288,7	321,2	807,8	292,1	316,9	880,8	333,7	259,6	< 65,07
P	3.615,9	3.026,3	2.732,2	3.838,2	2.676,2	1.884,7	5.659,8	3.888,1	3.451,3	34,07
Ca	920,8	2.402,0	1.572,7	1.289,2	3.211,2	1.400,4	728,7	1.116,3	1.696,7	<12,65
K	4.390,8	867,5	691,4	4.455,5	671,1	610,1	6.281,0	1.231,2	714,7	60,51
S	11.901,9	17.739,5	19.885,2	14.462,1	19.318,7	19.625,7	14.599,9	15.691,1	18.249,1	< 87,90
Al	208,4	70,5	74,6	230,1	72,6	75,8	200,4	91,1	71,5	< 19,92
Zn	13,3	24,9	27,2	16,4	26,7	31,1	10,9	16,8	24,6	< 2,23
Mo	3,4	8,0	7,8	3,5	6,4	9,1	2,8	6,8	8,1	4,75
Pb	< 2,39	< 1,46	< 1,39	< 2,09	< 1,36	< 1,45	< 1,90	< 1,53	< 1,40	< 1,29
As	8,4	5,1	7,3	10,3	6,8	6,3	2,4	< 1,17	2,5	< 0,96
Hg	< 4,67	< 2,59	< 2,45	< 3,85	< 2,37	< 2,58	< 3,71	< 2,80	< 2,56	< 2,20
Cd	5,3	< 2,89	< 2,59	< 5,03	< 2,70	< 2,75	< 4,83	< 3,25	< 2,77	< 2,44

Analisando as tabelas 5 e 6, pode verificar-se, como esperado, que o produto que não passou pelo processo de demolha manteve as suas concentrações de sais e minerais intacta. Já os que passaram pelo processo, conseguem diferenciar-se pelos resultados, tendo a demolha industrial sido mais eficaz que a tradicional apesar de ter sido submetidos às mesmas quantidades de água e ao mesmo tempo de demolha. Esta diferença na eficácia pode ter sido provocada pela de temperaturas que é de 4 °C na industrial e 19 °C na tradicional.

Na tabela 6 é ainda possível ver que na demolha industrial foi possível reter minerais em quantidades superiores que na demolha tradicional, como por exemplo o fósforo (P), o cálcio (Ca) e o potássio (K), todos macronutrientes essenciais ao nosso organismo. No que toca aos micronutrientes houve uma perda de alumínio (Al) mas ao mesmo tempo e devido à qualidade da água houve um aumento das concentrações de zinco (Zn) e molibdénio (Mo). Já os contaminantes, verificou-se que todos tiveram abaixo dos limites de deteção do equipamento (XRF) exceto o arsénio (As) que, ainda assim, apesar de ter sido detetado, apresentou-se em quantidades vestigiais e não preocupantes.

5 – Conclusões e Perspetivas Futuras

5.1 – Conclusões

Devido à impossibilidade de alterar parâmetros do secador (binómio de secagem) por parte da empresa e ao reduzido equipamento para efetuar estudos mais precisos, não foi possível otimizar o processo.

Concluiu-se que as quebras de produto na secagem variam de 5-10 % no caso do produto semi-seco que segue para demolha e ultracongelação e 15-20 % no caso do produto que segue para o embalamento seco.

Relativamente ao estudo complementar, verificou-se como esperado que a demolha industrial é mais eficaz que a tradicional, tendo obtido concentrações mais elevadas em macro e micronutrientes como P, Ca, K, Zn e Mo e mais baixas no que toca ao cloro (Cl) devido aos iões cloreto terem sido removidos como desejado.

5.2 – Perspetivas futuras

Em estudos posteriores, aconselha-se reduzir o numero de variáveis – Secador, Posição no secador, Posição no carro, espécie, calibre, tempo de secagem, tempo de maturação e tipo de lavagem – de forma a melhorar a precisão da análise.

Considera-se ainda necessário aumentar o tamanho da amostra – no caso do secador, passar a 9 carros (10%) e no caso dos carros, encher 3 tabuleiros em vez de fazer 3 a 4 peixes por zona;

A fim de ser possível uma verdadeira otimização no processo de secagem, será conveniente proceder-se a alterações do binómio de forma a verificar se está verdadeiramente otimizado e testar todos os sensores.

Seria ainda conveniente avaliar como a maturação influencia a secagem.

Uma vez que se trata de um produto rico em teor proteico e água, constitui um substrato muito favorável a contaminação microbiológica e sendo assim, seria aconselhável avaliar a evolução microbiológica ao longo do processo de maturação e secagem.

6 – Referências Bibliográficas

- Aas, G. H., Skjerdal, O., Stoknes, I., & Bjørkevoll, I. (2010). Effects of packaging method on salt-cured cod yield and quality during storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19(3–4), 149–161. <http://doi.org/10.1080/10498850.2010.501951>
- African Development Bank Group. (2011). *Southern Africa regional integration*. Belvédère, Tunísia.
- Aliño, M., Fuentes, A., & Barat, J. M. (2011). Development of a low-sodium ready-to-eat desalted cod. *Journal of Food Engineering*, 107, 304–310. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.07.012>
- Andrés, A., Rodríguez-Barona, S., Barat, J. M., & Fito, P. (2005). Salted cod manufacturing : influence of salting procedure on process yield and product characteristics. *Journal of Food Engineering*, 69, 467–471. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.040>
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis Vol 1* (15th ed.). Arlington, EUA: Association of Official Analytical Chemists.
- Barat, J. M., Gallarat-Jornet, L., Andrés, A., Aske, L., Carlehög, M., & Skjerdal, O. T. (2006). Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. *Journal of Food Engineering*, 73, 9–19. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.023>
- Barat, J. M., Rodríguez-Barona, S., Andrés, A., Castelló, M., & Fito, P. (2004). Cod desalting process as affected by water management. *Journal of Food Engineering*, 61, 353–357. [http://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00140-7](http://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00140-7)
- Bjørkevoll, I., Gonzalez, R., & Fossen, I. (2017). Effect of polyphosphates on the quality of frozen light salted cod (*Gadus morhua* L.) fillets. *Food Control*, 78, 357–365. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.011>
- Boeri, C. (2012). *Secagem convectiva de produtos alimentares: optimização e controlo*. Universidade de Aveiro.
- Brás, A., & Costa, R. (2010). Influence of brine salting prior to pickle salting in the manufacturing of various salted-dried fish species. *Journal of Food Engineering*, 100(3), 490–495. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.036>
- CECCHI, H. M. (2001). *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. (UNICAMP, Ed.). Campinas, São Paulo.
- Clapera, R.S. (2006). *Energy dispersive X-Ray fluorescence: Measuring Elements in Solid and liquid Matrices*. Final Degree project, Universitat de Girona.
- Comissão Europeia. (2013). Pedido de registo ETG - Bacalhau de cura tradicional portuguesa. *Jornal Oficial Da União Europeia*, 292/8, 8–13. Retrieved from <http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/registeredName.html?denominationId=3400>
- Desconhecido. (2017). Cod. <https://en.wikipedia.org/wiki/Cod>
- Dias, A. (2008). *Optimização da secagem de produtos agroalimentares*. Universidade

de Aveiro.

Dias, S. (2013). *Processo de cura amarela do bacalhau: dinâmica de populações Microbianas, Indicadores Químicos e Descritores Sensoriais*. Universidade de Lisboa.

FAO. (2013). *Gadus morhua*. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ed.). Fisheries and Aquaculture Department.
<http://www.fao.org/fishery/species/2218/en>

FAO. (2015). *Global Capture Production database updated to 2015 Summary*. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ed.). Fisheries and Aquaculture Department.

Galvis-Sánchez, A. C., Tóth, I. V., Portela, A., Delgadillo, I., & Rangel, A. O. S. S. (2011). Monitoring sodium chloride during cod fish desalting process by flow injection spectrometry and infrared spectroscopy. *Food Control*, 22(2), 277–282.
<http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.07.022>

Heredia, A., Andrés, A., Betoret, N., & Fito, P. (2007). Application of the SAFES (systematic approach of food engineering systems) methodology to salting, drying and desalting of cod. *Journal of Food Engineering*, 83, 267–276.
<http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.02.025>

INE. (2015). *Estatísticas da Pesca 2015*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

Lorentzen, G., Egeness, F. A., Pleym, I. E., & Ytterstad, E. (2016). Shelf life of packaged loins of dried salt-cured cod (*Gadus morhua* L.) stored at elevated temperatures. *Food Control*, 64, 65–69.
<http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.12.027>

Lorentzen, G., Olsen, R. L., Bjørkevold, I., Mikkelsen, H., & Skjerdal, T. (2010). Survival of *Listeria innocua* and *Listeria monocytogenes* in muscle of cod (*Gadus morhua* L.) during salt-curing and growth during chilled storage of rehydrated product. *Food Control*, 21(3), 292–297. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.06.012>

Luiz, L. C., Batista, R. T., Oliveira, L. F., Santos, R. S., Nascimento, S., Brandão, D. L., Anjos, M. J. (2014). O uso da fluorescência de raios X como técnica complementar para análise da composição química de medicamentos genéricos e referência. *Physicae*, 10, 26–32.

Martínez-Alvarez, O., & Gómez-Guillén, M. C. (2006). Effect of brine salting at different pHs on the functional properties of cod muscle proteins after subsequent dry salting. *Food Chemistry*, 94, 123–129.
<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.001>

Ministério da Agricultura Pescas e Florestas. (2005). Decreto-Lei nº 25/2005 de 28 de Janeiro. *Diário Da República*, 696–703.

Moutinho, M. (1985). *Historia da Pesca do Bacalhau*. Lisboa, Editorial Estampa Lda.
<http://www.mariomoutinho.pt/images/PDFs/LIVROSdigitalizados/HistoriaBacalhau.pdf>

Northern Fish. (n.d.). Tipos de Bacalhau. Retrieved from <http://www.nfiberia.com/tipos-de-bacalhau/>

Norwegian Seafood Council. Exportations to Portugal 2016 (2016).
<https://en.seafood.no/>

Nummer, B. A. (2002). Historical Origins of Food Preservation.

- http://nchfp.uga.edu/publications/nchfp/factsheets/food_pres_hist.html
- O'Brien, L., Burnett, J., & Mayo, R. K. (1993). Maturation of nineteen species of finfish off the northeast coast of the United States, 1985-1990. *NOAA Technical Report, NMFS 113*(June), 66 p. Retrieved from <http://www.nefsc.noaa.gov/nefsc/publications/classics/pdfs/obrien1993.pdf>
- O bacalhau também é amigo da saúde humana. (2016). [http://www.revistaport.com/noticia.php?categoria=4&id=649&titulo=O bacalhau também é amigo da saúde humana](http://www.revistaport.com/noticia.php?categoria=4&id=649&titulo=O%20bacalhau%20tambem%20e%20amigo%20da%20saude%20humana)
- Oliveira, H., Nunes, M. L., Vaz-Pires, P., & Costa, R. (2012). Processing of salted cod (*Gadus spp.*): A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(Figure 1), 546–564. <http://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00202.x>
- Oliveira, H., Nunes, M. L., Vaz-pires, P., & Costa, R. (2016). Salting and drying of cod. *Traditional Foods: General and consumer aspects* (pp. 275–290). Springer. <http://doi.org/10.1007/978-1-4899-7648-2>
- ONOLE. (n.d.). Cod fisheries. http://onole.com/Cod_fisheries02678.htm
- Riberalves SA. (2010). *25 Anos Riberalves* (pp 5-20).
- Riberalves SA. (2015). Logística Agro-Industrial. *18º Congresso Logístico*.
- Riberalves SA. (2016). *Manual HACCP* (pp 25-42).
- Rodrigues, M. J., Ho, P., López-Caballero, M. E., Vaz-Pires, P., & Nunes, M. L. (2003). Characterization and identification of microflora from soaked cod and respective salted raw materials. *Food Microbiology*, 20, 471–481. [http://doi.org/10.1016/S0740-0020\(02\)00086-2](http://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00086-2)
- Santacatalina, J. V, Guerrero, M. E., Garcia-Perez, J. V, Mulet, A., & Cárcel, J. A. (2016). Ultrasonically assisted low-temperature drying of desalted codfish. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 444–450. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.023>
- Santos, F. M. A. (2017). *Diagnóstico da Operação de Secagem Industrial de Bacalhau Salgado*. Instituto Superior Técnico.
- Silva, J. S., Afonso, A. D. L., & Donzelles, S. M. L. (n.d.). Secagem e secadores. In *Secagem e armazenamento de produtos agrícolas* (Vol. 6, pp. 107–138).
- Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Sigurgisladottir, S., Gunnlaugsson, V. N., Johannsdottir, J., & Tornberg, E. (2011). The effects of salt-curing and salting procedures on the microstructure of cod (*Gadus morhua*) muscle. *Food Chemistry*, 126(1), 109–115. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.085>

7 – Anexos

Anexo I

Tabela 7 - Ensaio de verificação de secagem dentro do carro, 1

Lavagem	Zona	Etiqueta	Peso (g)		Perda H ₂ O	
			Maturado	Seco	%	% Média
Imersão 10 seg	Baixo	302	1530	1300	15,03	18,469
		303	1420	1120	21,13	
		304	1410	1130	19,86	
		305	1400	1150	17,86	
	Cima	306	1340	1080	19,40	18,003
		307	1300	1080	16,92	
		308	1360	1160	14,71	
		309	1430	1130	20,98	
Chuveiro 5 seg	Baixo	312	1530	1270	16,99	17,724
		313	1420	1170	17,61	
		314	1410	1150	18,44	
		315	1400	1150	17,86	
	Cima	316	1340	1040	22,39	19,721
		317	1300	1050	19,23	
		318	1360	1110	18,38	
		319	1430	1160	18,88	

Tabela 8 - Ensaio de verificação de secagem dentro do carro, 2

Lavagem	Zona	Etiqueta	Peso (g)		Perda H ₂ O
			Maturado	Seco	%
Chuveiro 10 seg	Baixo	31	1390	1140	20,28
		32	1290	1070	18,94
	Meio	33	1310	1090	19,26
		34	1550	1350	14,56
	Cima	35	1410	1140	21,38
Imersão 10 seg	Baixo	36	1450	1280	14,67
		37	1970	1740	13,86
	Meio	38	1240	1090	14,84
		39	1450	1190	20,13
	Cima	40	1420	1220	16,44

Anexo II

Tempo	Tipo/Espécie	1	2	3	4	5	6	25	26	27	28	29	30
80 h	Arinca												
130 h	Crescido	18,61	18,14										
130 h	Crescido												
45 h	Especial							6,01	7,53	4,36	6,20	8,59	5,84
45 h	Especial							5,53	7,84	8,74	6,45	6,13	7,87
45 h	Especial												
45 h	Especial	9,45	9,16	9,80	8,60	9,40	10,01						
35 h	Graúdo										4,72	6,35	3,29
155 h	Jumbo	14,68	14,30	13,49	15,94	15,18	-						
155 h	Jumbo	13,00	12,47	13,57	14,19	12,07	11,85						
155 h	Jumbo												
50 h	Jumbo											7,25	7,27
35 h	Jumbo (R)												
80 h	Paloco	21,23	18,80										
80 h	Paloco							19,20	19,80	19,80	19,38	17,49	17,40

Tabela 9 - Quantidade de água removida (%), fila 1 (azul-bacalhau e verde-espécies afins)

Tempo	Tipo/Espécie	31	32	44	45	46	55	56	57	58	59	60
80 h	Arinca						15,63	17,01	16,02	15,71	16,93	16,09
130 h	Crescido	19,17	19,02									
130 h	Crescido			21,63	20,79	21,18						
45 h	Especial											
45 h	Especial											
45 h	Especial											
45 h	Especial											
35 h	Graúdo											
155 h	Jumbo											
155 h	Jumbo											
155 h	Jumbo											
50 h	Jumbo										7,97	8,29
35 h	Jumbo (R)											
80 h	Paloco	20,02	19,78									
80 h	Paloco											

Tabela 10 - Quantidade de água removida (%), fila 2 (azul-bacalhau e verde-espécies afins)

Tabela 11 - Quantidade de água removida (%), fila 3 (azul-bacalhau e verde-espécies afins)

Tempo	Tipo/Espécie	61	62	63	64	65	66	85	86	87	88	89	90
80 h	Arinca												
130 h	Crescido	16,18	18,38										
130 h	Crescido												
45 h	Especial												
45 h	Especial												
45 h	Especial	6,67	7,46	5,25	7,41	6,37	6,99						
45 h	Especial												
35 h	Graúdo												
155 h	Jumbo												
155 h	Jumbo												
155 h	Jumbo							14,49	13,33	14,68	13,15	12,01	13,74
50 h	Jumbo											7,67	8,07
35 h	Jumbo (R)							5,46	5,39	5,57	4,82	5,41	5,13
80 h	Paloco	17,93	21,09										
80 h	Paloco												

Anexo III

Tabela 12 - Verificação de ressecagem no carro

Zona	Etiqueta	Peso (g)		Perda H ₂ O
		Antes	Depois	%
B A I X O	262	1080	990	8,33
	263	800	720	10,00
	264	1200	1100	8,33
	265	1000	920	8,00
	266	1340	1230	8,21
	267	1250	1160	7,20
	268	1390	1270	8,63
M E I O	269	1020	930	8,82
	270	1170	1090	6,84
	272	1100	1010	8,18
	273	1090	1000	8,26
	274	1200	1120	6,67
	275	970	890	8,25
	276	1230	1150	6,50
C I M A	277	1020	950	6,86
	278	1200	1120	6,67
	279	1170	1090	6,84
	248	1400	1250	10,71
	249	1410	1320	6,38
	250	1500	1410	6,00
	259	1460	1350	7,53
	260	1430	1340	6,29

Tabela 13 - Verificação de ressecagem em palete

Zona	Etiqueta	Peso (g)		Perda H ₂ O
		Antes	Depois	%
B A I X O	281	1320	1220	7,58
	282	1540	1420	7,79
	283	1670	1520	8,98
	284	900	810	10,00
	285	1180	1090	7,63
	286	1640	1540	6,10
	287	1330	1250	6,02
	288	1260	1190	5,56
	289	1280	1180	7,81
	290	1770	1640	7,34
M E I O	291	1520	1400	7,89
	292	1590	1480	6,92
	293	1530	1460	4,58
	294	1260	1180	6,35
	295	1390	1300	6,47
	296	1430	1340	6,29
	297	1490	1360	8,72
	298	1420	1300	8,45
	299	1450	1350	6,90
	300	1440	1340	6,94
C I M A	341	1250	1150	8,00
	342	1270	1180	7,09
	343	1230	1130	8,13
	344	1190	1100	7,56
	345	1120	1020	8,93
	346	1120	1040	7,14
	347	1230	1130	8,13
	348	1270	1170	7,87
	349	1190	1100	7,56
	350	1130	1040	7,96

